

Mona Arnold

# ELÄINSUOJIENTEN HAJUHAITAT - OHJEISTUSMALLIT, ARVIOINTI JA VÄHENTÄMINEN SEKÄ KÄYTÄNTÖ ERI MAISSA

Susies - Loppuraportti 15.3.2002



Mona Arnold

VTT Prosessit

ELÄINSUOJEN HAJUHAITAT -  
OHJEISTUSMALLIT, ARVIOINTI JA  
VÄHENTÄMINEN SEKÄ KÄYTÄNTÖ  
ERI MAISSA

Susies - Loppuraportti 15.3.2002

Vaasa 2002

ISBN 952-11-1143-7  
ISSN 1238-8610

Taitto: Mainostoimisto Heikki Järvinen. Vaasa 05/2002  
Paino: Ykkös-Offset Oy, Vaasa 2002

# Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>HAJUN MUODOSTUMINEN KOTIELÄINTUOTANNOSSA</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>HAJUN MITTAUS</b>	<b>10</b>
3.1	Hajupitoisuuden määrittäminen	10
3.2	Hajupäästön määrittäminen	10
3.3	Hajun määrittäminen ympäristössä	12
3.3.1	Leviämislaskelmat	12
3.3.2	Kenttähavainnointi	12
3.3.3	Viihtyisyyshaitan määrittäminen	13
3.4	Instrumenttianalyttiset mittausmenetelmät	14
3.5	Elektroninen nenä	15
<b>4</b>	<b>HAJUN VAIKUTUSALUEEN LAAJUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT</b>	<b>16</b>
4.1	Sääolojen ja maaston vaikutus hajun leviämiseen	16
4.2	Hajupäästöjen laimentaminen	17
<b>5</b>	<b>HAJUN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET</b>	<b>18</b>
5.1	Hajun ja viihtyisyyshaitan yhteys	19
5.2	Hajuhaittaan vaikuttavat väestötekijät	20
5.3	Haju ja terveys	21
<b>6</b>	<b>HAJUN OHJEISTUSMALLIT</b>	<b>23</b>
6.1	Vähimmäisetäisyyden asettaminen	23
6.2	Raja-arvo kemiallisten yhdisteiden pitoisuudelle ulkoilmassa	24
6.3	Raja-arvo hajun esiintymiselle (prosentteina kokonaisajasta)	24
6.4	Raja-arvo viihtyisyyshaitalle	25
6.5	Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT)	25
<b>7</b>	<b>OHJEET JA KÄYTÄNTÖ ERI MAISSA</b>	<b>26</b>
7.1	Saksa	26
7.2	Sveitsi	27
7.3	Itävalta	28
7.4	Tanska	28
7.5	Hollanti	29
7.6	Belgia	31
7.7	Irlanti	31
7.8	Iso-Britannia	32
7.9	Ruotsi	32
7.10	Italia	33
7.11	Australia	33
7.12	Kanada	33
7.13	Yhdysvallat	34
7.14	Aasian maita	34

<b>8</b>	<b>HAJUN VÄHENTÄMISMENETELMÄT</b>	<b>35</b>
8.1	Kotieläinrakennusten tekniikkaa	35
8.1.1	Sikalat	36
8.1.2	Kompostipohjasikalat	37
8.1.3	Siipikarjatuotanto	37
8.2	Kotieläinrakennusten ilmanvaihto ja -poisto	38
8.3	Ruokinta ja ruokintajärjestelmät	39
8.4	Lannan käsittely ja varastointi	40
8.4.1	Kuivalannan käsittely ja varastointi	40
8.4.2	Lietelantalat	41
8.5	Lisäaineet	45
8.6	Kotieläinrakennusten poistoilman puhdistus	45
8.6.1.	Pölypitoisuuden vähentäminen	45
8.6.2	Biologiset puhdistusmenetelmät	46
8.6.3	Fysikaalis-kemialliset puhdistuslaitteistot	47
<b>9</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>48</b>
<b>10</b>	<b>KIRJALLISUUS</b>	<b>54</b>

#### **Liitteet:**

1. Suomen ympäristöministeriön ehdotus eläinsuojien vähimmäisetaisyyksistä	62
2. Saksalaiset ohjeen VDI 3471 mukaiset ohjeet sikalan ja asutuksen välisen vähimmäisetaisyyden arvioimiseksi	63
3. Itävallan, Sveitsin, Hollannin ja Saksan suojaetaisyyden ohjeen vertailu	65
4. Itävallan eläintuotannon suojaetaisyyden laskentaperusteet	66
5. Hollannin vähimmäisetaisyysohjeiden käännös	69
6. Yhdysvaltalaisen Purduen yliopiston sikaloiden suojaetaisyyksien laskentamalli	82
7. Eri maiden ohjeiden avulla arvioitu esimerkkisikalan suojaetaisyys	83
8. Keskieurooppalaiselle sikalalle tyypilliset rakennusparametrit	84

<b>Kuvailulehdet</b>	<b>86</b>
----------------------	-----------

# ESIPUHE

Länsi-Suomen ympäristökeskus aloitti keväällä 2001 Pohjanmaan työvoima- ja elinkeinokeskuksen hyväksymän, EU:n ja valtion rahoittaman kehittämishankkeen suurten eläinsuojien sijoittamisedellytyksistä. Hankkeen keskeisenä tavoitteena oli selvittää, mitä muissa maissa tiedetään maatalouden hajupäästöjen ympäristövaikutuksista, leviämisestä ja mittaamisesta, ja millaisia ohjeita tai määräyksiä on olemassa kotieläinrakennusten ja asutuksen sijoittumisesta toisiinsa nähden ja voidaanko näitä soveltaa Suomen olosuhteisiin. Lisäksi selvitettiin ympäristölainsäädännön soveltamista Suomessa isojen eläinyksiköiden lupaharkinnassa, mistä julkaistiin erillinen raportti (Yhteenveto alueellisten ympäristökeskusten kotieläinsuojia koskevista ympäristölupapäätöksistä). Tärkeä osa hanketta oli myös jatkohankehakemusten laatiminen sekä kotimaista että EU-hanketta varten. Hankkeen työnimeksi otettiin SUSIES (Suurten eläinsuojien sijoittamisedellytykset -esiselvitys).

Hanke koettiin alue- ja paikallistasolla erittäin tarpeelliseksi, koska yksikkökojojen voimakkaasti kasvaessa ristiriitatilanteet eläinsuojien sijoittamisessa asutukseen nähden ovat tulleet entistäkin yleisemmiksi. SUSIES-hankkeen on tarkoitus olla yksi askel kohti yhteisiä pelisääntöjä ja tutkittuun tietoon perustuvia viranomaisohjeita, joista hyötyisivät sekä viranomaiset, yrittäjät ja maaseudun muut asukkaat ja toimijat.

Jo aiemmin toteutetun hankkeen ”Maatalousmerkinnät ja -määräykset kaavoituksessa” tuloksena on vuonna 2001 julkaistu kolme raporttia, jossa aihepiiriä tarkasteltiin lähinnä kaavoitus- ja rakennuslupamenettelyn sekä liiketaloudellisen kannattavuuden ja eläintautiriskin kannalta (Sippola 2001, Korpi 2001, Koskela, 2001). Hankkeen tuloksena mm. sisällytettiin maankäyttö- ja rakennuslain mukaisissa kaavoissa käytettävistä merkinnöistä annettuun asetukseen (31.3.2000) kotieläintalouden suuryksikköä osoittava kaavamerkintä.

Tämän raportin on kirjoittanut erikoistutkija, tekniikan lisensiaatti Mona Arnold VTT:ltä. Hän myös laati jatkohankehakemukset. Ohjausryhmän puheenjohtajana on toiminut vanhempi insinööri Varpu Kujanpää Länsi-Suomen ympäristökeskuksesta ja hankkeen koordinaattorina filosofian kandidaatti Tuija Warén. Edellä mainittujen lisäksi ohjausryhmään ovat kuuluneet ympäristösihteeri Matti Forsman Huittisista, diplomi-insinööri Marja Hiitiö Hämeen ympäristökeskuksesta, ympäristölakimies Kurt Hemnell Maataloustuottajain keskusliitosta, arkkitehti Antti Jaatinen Varsinais-Suomen työvoima- ja elinkeinokeskuksesta, hallitusneuvos Ulla Kaarikivi-Laine ympäristöministeriöstä, alkutuotantopäällikkö Rainer Laturi Itikka Osuuskunnasta, ylitarkastaja Esko Leinonen maa- ja metsätalousministeriöstä, ylitarkastaja Kaarlo Lepistö Pohjanmaan työvoima- ja elinkeinokeskuksesta, ylitarkastaja Eila Metsäpelto Hämeen työvoima- ja elinkeinokeskuksesta, suunnittelija Antti-Jussi Oikarinen Etelä-Pohjanmaan työvoima- ja elinkeinokeskuksesta, ylitarkastaja Heikki Pajala Länsi-Suomen ympäristökeskuksesta, rakennusmestari Lasse Pihlajamäki Satakunnan työvoima- ja elinkeinokeskuksesta, osastopäällikkö Matti Salo Pirkanmaan työvoima- ja elinkeinokeskuksesta ja rakennusmestari Seija Virolainen Lounais-Suomen ympäristökeskuksesta. Ohjausryhmä on kokoontunut kolme kertaa. Tämän lisäksi asiantuntijoista muodostuneet työryhmät ovat kokoontuneet useita kertoja.

Aiheesta ei ole aikaisemmin julkaistu kattavaa tutkimusta, joten ohjausryhmän puolesta haluamme esittää suuret kiitokset raportin kirjoittajalle erinomaisesta työstä.

*Ohjausryhmän puolesta:  
Varpu Kujanpää  
ohjausryhmän puheenjohtaja*

*Tuija Warén  
hankkeen koordinaattori*

## **Terminologia**

### **Eläinyksikkö**

Ilmaisemalla arvioinnin kohteena olevan eläinsuojan eläinmäärä eläinyksikköinä voidaan yhteismitallistaa eri eläimien tuotantoyksiköitä. Eläinyksikön määritelmä vaihtelee eri maissa. Vertailueläiminä on käytetty esim. lihasikaa ja nautaa. Eri eläinten eläinyksikkökertoimet taas perustuvat esim. eläimen tuottaman lannan ravinnemäärään tai eläinten massaan.

### **Hajuimmissio tai hajukuorma**

Hajun esiintymistiheys, joka lasketaan prosentteina kokonaisajasta tai ilmaistaan hajuyksikköinä kuutiometreissä ( $\text{ou}/\text{m}^3$ ,  $\text{ou} = \text{odour unit}$ ) tiettyinä prosenttiosuutena. Esimerkiksi  $1 \text{ ou}/\text{m}^3$  98 prosenttiosuutena ( $C_{98}$ ) tarkoittaa havaittavan hajun esiintymistä korkeintaan 2 % kokonaisajasta.  $5 \text{ ou}/\text{m}^3 > C_{99}$  taas tarkoittaa selvän hajun esiintymistä korkeintaan 1 % kokonaisajasta.

### **Hajuhaitta**

Hajun aiheuttama viihtyisyyshaitta. Ilmaistaan usein asukasosuutena (%), joka kokee hajun selvästi häiritseväksi.

### **Hajupitoisuus**

Hajun voimakkuuden mitta ilmaisee montako kertaa ilmaa tai kaasua täytyy laimentaa, jotta se olisi hajutonta. Hajupitoisuus ilmaistaan hajuyksikköinä kuutiometrissä ( $\text{ou}/\text{m}^3$ ), englanniksi odour unit/ $\text{m}^3$  ( $\text{ou}/\text{m}^3$ ).

### **Hajupäästö**

Kaasun hajupitoisuus kertaa kaasun tilavuusvirta ( $\text{ou}/\text{s}$  tai  $\text{ou}/\text{h}$ ).

### **Hajuviuhka**

Hajupäästön leviämisalue.

### **Kenttähavainnointi**

Hajukuorman tai hajulähteen päästöviuhkan suora määritysmenetelmä. Määritys perustuu koulutetun paneelin maastokäynteihin.

### **Olfaktometria**

Kaasun tai ilman hajupitoisuuden määrittäminen aistinvaraisen menetelmän mukaan.

### **BAT**

Paras käytössä oleva tekniikka (Best Available Technology).

# Johdanto

Maataloustuotannon rakenne muuttui 1990-luvulla monessa maassa. Suomessa, kuten muualla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa, eläintuotanto keskittyy yhä suurempiin yksikköihin (taulukko 1). Kotieläintuotannon aiheuttama hajukuorma kasvaa samanaikaisesti, kun ihmiset suhtautuvat yhä kriittisemmin teollistuneen maataloustuotannon ympäristövaikutuksiin. Suurten kotieläinyksiköiden ympäristövaikutukset leviävät lähes poikkeuksetta oman tilan aluetta laajemmalle. Haittavaikutuksista konkreettisin on haju.

Hajuhaittaongelmat kärjistyvät entisestään asutuksen laajentuessa kotieläintuotantoalueiden läheisyyteen ja loma-asutuksen yleistyessä maaseutualueilla. Alueellisesti hajuhaittaongelmat ovat suurimmat Länsi- ja Lounais-Suomessa.

Taulukko 1. Suomen kotieläintuotanto (Maa- ja metsätalousministeriö, 2001).

	Vuosi 2000	Vuosi 2010, arvio
Tiloja (kpl)	79 000	50 000
Tilojen keskikokoja (kpl/tila)		
Lehmiä	16	32
Emakoita	48	90
Lihaskojoja	300	630
Kanoja	3 000	6 600

Uudet eläinsuojat tai vanhojen eläinsuojien laajennukset ovat nykyisin yleensä niin suuria, että ne tarvitsevat ympäristöluvan. Ympäristösuojelulain mukaan toiminta ei saa aiheuttaa naapurisuhteissa tarkoitettua räsytystä, terveyshaittaa tai muuta merkittävää ympäristön pilaantumista. "Räsituksen" tai "pilaantumisen" yleispätevää tarkkaa määritelmää ei kuitenkaan ole, joten riittävien suojavien toimien määrittäminen on niin ikään vaikeaa.

Osittain tämän takia rakennus- ja ympäristölupaharkintojen perusteet ovat vaihdelleet eri paikkakunnilla. Yhdenmukaisen ja oikeudenmukaisen käytännön sekä riitatapausten välttämiseksi tarvitaan tutkittuun tietoon perustuvia ohjeita.

Suomen ympäristöministeriön toimeksiannosta valmistui vuonna 1995 tutkimus, jossa esitettiin mm. hajuhaitan yleiset perustekijät (Arnold 1995):

- hajupäästön laatu ja voimakkuus
- hajun havaitseminen ja tunnistaminen ympäristössä
- altistuneen väestön ja hajulähteen välinen etäisyys
- hajuaistimuksen kokeminen haittana väestön keskuudessa (altistus-vaikutusyhteys).



Toimivan ohjeistuksen laatiminen edellyttää riittävää tietoa em. tekijöistä. Suomessa kotieläinten aiheuttamasta hajuhaitasta ei tähän mennessä ole tehty kattavia tutkimuksia. Tieto muualla tehdyistä tutkimuksista taas on puutteellista ja/tai tulosten soveltaminen suomalaisiin olosuhteisiin epävarmaa. Helmikuussa 2001 aloitettiin esiselvitys ”Suurten eläinsuojien sijoittumisedellytykset” (SUSIES). Selvitys kattoi seuraavat osa-alueet:

- katsaus eläinsuojien hajupäästöjen mittaustuloksista tai muilla tavoin tehdyistä maastohavainnoista
- eläinsuojien hajupäästöjen ympäristövaikutukset, niiden leviämisen havainnointi ja mittaaminen sekä ohjeet, normit tai määräykset, jotka liittyvät eläinsuojien aiheuttamiin suurimpiin sallittuihin hajupitoisuuksiin tai hajupäästöihin,
- eri maissa käytössä olevat viranomaisohjeet tai normit ja niiden perusteet
- Suomen olosuhteisiin soveltuvat parhaat käyttökelpoiset tekniikat eläinsuojien ilmanvaihdon tai lannan käsittelystä tulevien hajupäästöjen vähentämiseksi.

Kotieläintuotannon hajupäästöjen vallitsevan teknologisen kehitystason kuvaus tehtiin noin kymmenestä Euroopan ja Pohjois-Amerikan maasta kerätyn materiaalin pohjalta. Selvitys tehtiin Internet-hauilla, kirjallisuusselvityksillä ja suorilla yhteydenotoilla asiantuntijalaitoksiin ja viranomaistahoihin. Materiaali kerättiin ensisijaisesti vuoden 2001 aikana, ja se keskitettiin uusimpaan tutkimustietoon.

Ajankohtaista aihetta on tutkittu aktiivisesti useassa maassa, erityisesti Hollannissa, Isossa-Britanniassa ja Saksassa sekä viime vuosina myös Belgiassa ja Yhdysvalloissa. Merkittävä osa tiedoista onkin saatu kyseisistä maista. Tutkimusten kohteina ovat useimmiten olleet sikalat, jotka aiheuttavatkin suurimmat hajuongelmat. Vähemmän on tutkittu kanaloiden ja navettojen hajupäästöjä ja päästöjen vähennyskeinoja.

# Hajun muodostuminen kotieläintuotannossa

# 2

Valtaosa kotieläinyksiköiden hajupäästöistä on peräisin eläinten lannasta. Pääosin hajuyhdisteet ovat eri kosteus- ja lämpötilaolosuhteissa tapahtuvien anaerobisten prosessien hajoamistuotteita. Niitä muodostuu jo eläinten suolistossa, ja prosessi jatkuu olosuhteista riippuen lannan säilytyksen aikana. Yhdisteet haihtuvat ilmaan lannan keräyksen, käsittelyn ja varastoinnin yhteydessä.

Lisäksi hajua voi aiheuttaa eläinsuojan jätteenkäsittely (kuolleiden eläinten ruhojen käsittely tms.) tai hajuyhdisteet voivat olla adsorboituneina eläintuotannon pölypartikkeleihin (Heber 1997). Pölypäästöt ovat peräisin rehusta, kuivuneista ulosteista ja jätteestä (Odor Control Task Force 1998). Nautatuotannossa hajupäästöjä muodostuu myös säilörehun varastoinnissa ja käsittelyssä (Kujanpää 2002).

Kotieläinyksiköiden päästöjen sisältämät haisevat yhdisteet ovat suurimmalta osalta tuntemattomia, joskin lukuisia haihtuvia yhdisteitä on identifioitu. Esimerkiksi O'Neill ja Phillips (1992) luettelivat 168 eri identifioitua yhdistettä, joista useimmat esiintyivät hyvin pieninä pitoisuuksina. Näistä noin 30 komponentin hajukynnys oli  $< 0,001 \text{ mg/m}^3$ . Tällaisten yhdisteiden vaikutus ympäristön haju-kuormaan voi olla merkittävä, vaikkakin niiden fysikaalinen pitoisuus ilmassa on alhainen. (O'Neill & Phillips 1992).

Lanta on sinänsä kemiallisesti monimutkainen sekoitus sulattamattomia rehujäämiä, virtsa-aineita, bakteerisoluja ja näiden metaboliatuotteita (Mackie et al. 1999), ja hajuyhdisteiden muodostumismekanismia on vastaavasti runsaasti. Merkittävimmät hajua aiheuttavat yhdisteet on jaettu neljään tyyppiin taulukossa 2.

Taulukko 2. Kotieläinyksiköiden ilmapäästöjen haisevia komponentteja (Hendriks et al. 2001a).

Komponentteja	Pääasiallinen syntyperä
Haihtuvat rasvahapot	Anaerobinen orgaanisen aineksen (rehun) ja aminohappojen hajoaminen
NH <sub>3</sub> ja amiinit	Aminohappojen dekarboksylaatio ja deaminaatio Urean hydrolyysi (NH <sub>3</sub> )
Fenolit ja indolit	Tyrosiinin, fenyylialaniinin ja tryptofaanin biologinen hajoaminen
Haihtuvat rikkiyhdisteet	Rikkiä sisältävien aminohappojen metabolisaatio Sulfaatin pelkistys

Taulukon 2 mukaan suuri osa hajuyhdisteistä on peräisin rehun valkuaisaineiden (aminohappojen) hajoamisesta. Reaktiot tapahtuvat lannassa ja eläinten suolistossa.

# 3

## Hajun mittaus

### 3.1 Hajupitoisuuden määrittäminen

Haiseva ilma sisältää yleensä hyvin monia eri epäpuhtauksia, joiden pitoisuudet ovat erittäin pieniä ja vaikeita mitata, eikä eri yhdisteiden vaikutus kokonaishajuun ole tiedossa. Hajupitoisuuden mittana käytetään tällöin hajuyksikköä kuutiometriä kohti ( $\text{ou}/\text{m}^3$ , odour unit/ $\text{m}^3$ ), joka kertoo suoraan, montako kertaa haiseva ilma on laimennettava, jotta se tulisi hajuttomaksi. Kaasun hajupitoisuus määritetään laboratoriossa olfaktometrillä useammasta koehenkilöstä koostuvan hajupaneelin avulla.

Olfaktometri toimii periaatteessa laimentimena, joka toistettavasti tuottaa hyvin tarkkoja laimennoksia hajupaneelin koehenkilöille. Laitteeseen on yleensä liitetty suoritusmenetelmää ohjaava tietokoneohjelmisto, joka laskee myös näytteen hajupitoisuuden panelistien arviointien perusteella.

Tärkeimmät mittaustulokseen vaikuttavat tekijät ovat olfaktometrin tuottaman laimennoksen tarkkuus ja panelistien työskentely. Ihmisten hajuaistit poikkeavat toisistaan. Henkilö voi haistaa toisaalta eri tavalla eri tilanteissa ja eri päivinä. Olfaktometrisen määrittämisen eurooppalaisessa CEN-standardissa (CEN 2001) on esitetty tarkat kriteerit panelistityöskentelylle ja panelistien valinnalle. Panelistin hajuaistin herkkyys tarkistetaan n-butanolilaimennoksilla, ja ainoastaan sellaisia henkilöitä, jotka toistettavasti pystyvät määrittämään n-butanolin hajukynnyksen oikein, väliin  $62\text{--}246 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tulisi käyttää määrittämisessä. Tällä tavalla rajataan pois liian huonon ja liian hyvän hajuaistin omaavat henkilöt. Samalla henkilöt koulutetaan menettelytapaan.

Standardoinnin ja yleisen menetelmäkehityksen johdosta olfaktometristen mittausten laatu on kehittynyt merkittävästi kymmenen vuoden aikana. Näin ollen ennen 1990-luvun alkua tehdyt mittaustulokset eivät välttämättä ole vertailukelpoisia nykyisten tulosten kanssa.

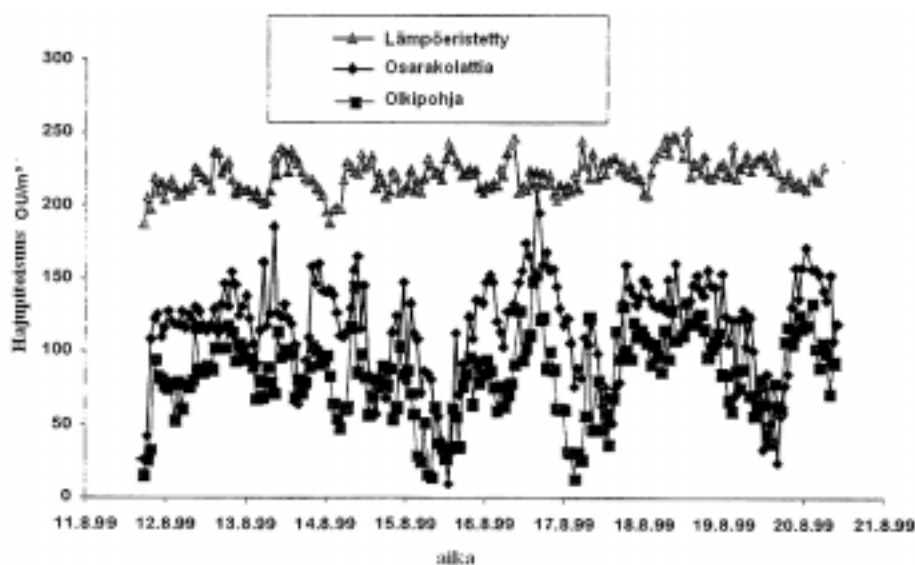
Olfaktometrisiä määrittämiä käytetään yleensä vain päästöjen mittaukseen; ulkoilman suorat olfaktometriset määrittäykset ovat harvinaisia. Syy tähän on ensisijaisesti se, ettei olfaktometrillä yleensä voida määrittää alhaisen hajupitoisuuden omaavia kaasunäytteitä, jollaisia ulkoilmanäytteet usein ovat.

### 3.2 Hajupäästön määrittäminen

Kotieläinyksikön hajupäästö saadaan kertomalla poistokaasun hajupitoisuus kaasun tilavuusvirralla. Molemmat määritetään yleensä kertaluonteisina mittauksina. Sekä ilmanvaihdossa että hajupitoisuudessa voi kuitenkin esiintyä suuria päivittäisiä ja kausiluonteisia vaihteluita, jolloin oikea ja edustava näytteenotto on vaativa tehtävä.

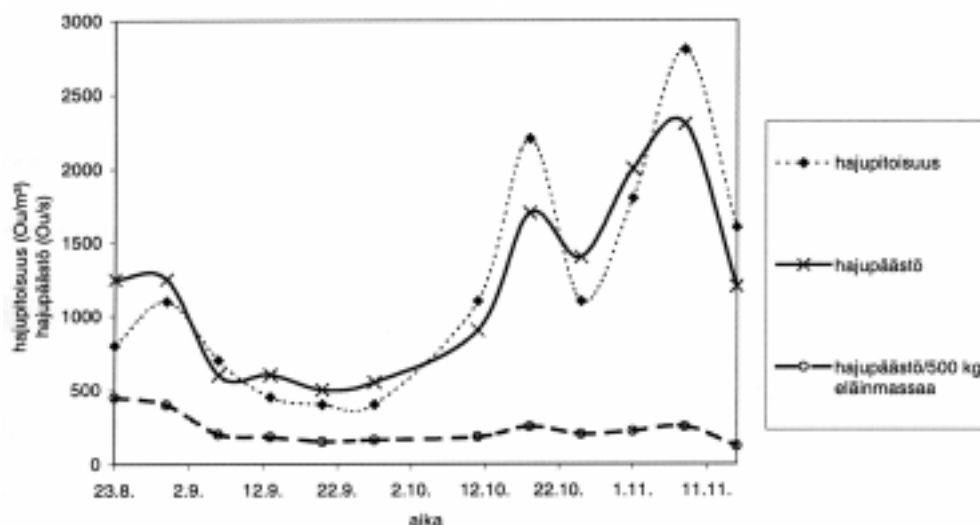
Päästön minimi- ja maksimiarvon arvioimiseksi tulisi tietää, missä rajoissa sekä ilmanvaihtoteho että poiston hajupitoisuus voi vaihdella. Päästön vaihteluun eniten vaikuttava tekijä lienee ilmanvaihto. Suomessa kotieläinrakennusten tuotantoprosessia säättävät maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräykset ja -ohjeet (MMM-RMO). Ohjeiden mukaan eläinsuojan ilmanvaihtoteho määräytyy lämpötilan ja kosteuden mukaan. Lisäksi ilmanvaihtoteho määräytyy sisätilan pölyn ja haitallisten kaasujen (metaanin, ammoniakkin) pitoisuuden sekä vetoisuuden mukaan. Ilmanvaihtotehon maksimiarvo voi esimerkiksi sikalassa olla 5-10 kertaa minimiarvoa suurempi (Schauberger et al. 1999).

Hajupitoisuus taas vaihtelee eläinsuojassa ilmanvaihdon, eläintyyppin, eläinten kasvuvaiheen, lannan käsittelytavan ja kasvatusolosuhteiden mukaan (kuva 1). Yöllä ilmanvaihto yleensä pienenee, minkä tuloksena hajupitoisuudet eläinryhmissä kasvavat.



Kuva 1. Kolmen sikalan päästön hajupitoisuuden vaihtelu. Osarakolattia- ja olkipohjalattiakarsinat osittain avoimia rakennuksia (Maier et al. 2001).

Hajupitoisuuden ja tilavuusvirran (ilmanvaihtotehon) vastakkaisesta korrelaatiosta johtuen eläintuotantorakennuksen hajupäästö on yleensä hieman tasaisempi suure kuin sen pitoisuus ja virtaama, joskin syklistä vaihtelua esiintyy (kuva 2). Pitoisuudet ja päästöt kasvavat tyypillisesti yhden kasvatuskauden aikana eläinten painonnousun mukaan.



Kuva 2. Sikalan hajupitoisuus, hajupäästö ja hajupäästö 500 kg:n eläinmassaa kohti laskettuna kasvatuskauden aikana. (Brose et al. 2001).

Kanaloissa taas on todettu vastakkaista korrelaatiota; eläinsuojan sisäilman hajupitoisuus ja hajupäästö voivat laskea tehostetun ilmanvaihdon seurauksena (ks. kohta. 8.1.3) (Clarkson & Misselbrook 1991).

### 3.3 Hajun määrittäminen ympäristössä

Ympäristöön leviävän hajun määritysmenetelmiä ovat leviämislaskelmat, kenttähavainnointi ja asukaspaneelitutkimus. Hajuyhdisteiden leviämislaskelmat antavat tietoa hajun esiintymistiheydestä (% kokonaisajasta), kun taas asukaspaneelitutkimuksen avulla voidaan myös määrittää asukkaiden kokeman viihtyisyyshaitan vakavuus. Viihtyisyyshaitan mittana pidetään yleisesti sitä osuutta asukkaista (%), joka kokee hajun häiritseväksi.

#### 3.3.1 Leviämislaskelmat

Leviämislaskelmilla saadaan suhteellisen nopeasti määritettyä hajun esiintymistiheys kotieläinyksikön ympäristössä. Laskelmien tulos on kuitenkin altistumistasen arvio, jonka täsmällisyys riippuu käytettävän mallin hyvydestä ja lähtöarvojen, kuten päästöjen määrittämisen, oikeellisuudesta. Sekä poistokaasun hajupitoisuus että tilavuusvirta on arvioitava oikein. Eläinsuojan hajupäästön suuruus vaihtelee usein syklisesti sekä päivittäin että eri vuodenaikoina (ks. kohta 3.2.). Hajun aistiminen ulkoilmassa voi olla hyvin hetkellistä ja sen simuloiminen on haastavaa. Tavanomaiset leviämismallit, joissa pitoisuuden keskiarvoaika on yksi tunti, aliarvioivat yleensä hajujen esiintymistä. Suomessa Ilmatieteen laitos on kehittänyt mallin, jolla voidaan kuvata hyvin lyhytaikaisia pitoisuuksia ([http://www.fmi.fi/tuotteet/ilma\\_19.html](http://www.fmi.fi/tuotteet/ilma_19.html)).

Sikalassa ja navetassa on usein monta päästökohtaa (ilmanvaihtoaukot ym.) ja alueellisia tuotantoon liittyviä lähteitä (lanta- ja rehuvarastot jne.). Hyvän mallin tulee tällöin ottaa huomioon rakennuksen muodon, eri rakennusten välimatkojen ja ilmanvaihtoaukkojen sijainnin vaikutus hajun leviämiseen. Monta muutujaa sisältävästä ilmiöstä on vaikeata kehittää yksinkertaista mallia esim. suoraan viranomaisten ja tuottajien käyttöön.

#### 3.3.2 Kenttähavainnointi

Kenttähavainnointi on hajun esiintymisen suora määritysmenetelmä, joka perustuu kentällä liikkuvien havainnoitsijoiden aistinvaraisiin havaintoihin. Kenttähavainnoinnilla saadaan tietoa sekä hajupäästön leviämisestä ja hajun esiintymistiheydestä että hajun laadusta ja voimakkuudesta.

Kenttähavainnoinnissa tehtävään koulutettu hajupaneeli kirjaa tietyn metodiikan mukaan ulkoilman laatua hajulähteen ympäristössä. Kenttähavainnoinnin edellyttämä työpanos on merkittävä, mutta tulokset ovat luotettavia. Jos alueella on paljon hajapäästöjä tai hajupäästöalue on laaja (jätelammikko, kompostikenttä jne.), kenttähavainnoinnilla voidaan erotella eri hajulähteiden päästöt. Myös hajulähteen päästöjen väheneminen voidaan selvittää kartoittamalla hajutilanne ennen ja jälkeen muutoksen.

Yksittäisistä havainnoista lasketaan alueen hajun esiintymistiheys eri etäisyyksillä lähteestä. Hajupitoisuus vaihtelee meteorologisen tilanteen ja hajua aiheuttavien prosessivaihteluiden mukaan. Tarvitaankin suuri määrä havaintoja, jotta saadaan tilastollisesti luotettavia tuloksia. Tutkimus kestää tällöin useita kuukausia, joiden aikana hajupaneeli käy alueella esim. 2-3 kertaa viikossa.

Saksalaisen insinöörijärjestön VDI:n menetelmäohjeen mukaan hajukuorman arvioimiseksi tarvitaan vähintään 26 yksittäismääritystä, jotka tulee tehdä mahdollisimman erilaisissa sää- ja tuuliolosuhteissa (VDI 1993). Menetelmää voidaan soveltaa erityyppisille hajulähteille. Sianlihatuotannon haju- ja ammoniakkipuuroa käsittävissä belgialaisessa tutkimuksessa, johon sisältyi kolme esimerkkisikaa, tilastollisesti luotettavaan tuloksen päästiin kuitenkin jo 15 havainnointikerralla (Hendriks et al. 2001b).

### **3.3.3 Viihtyisyshaitan määrittäminen**

Viihtyisyshaittatutkimuksissa kerätään systemaattista tietoa kohdealueen asukkaiden reaktioista, ulkoilman laadusta ja mahdollisista ympäristöhaitoista. Käytössä on kaksi menetelmää, pitempiaikainen asukaspaneelitutkimus ja gallup-tyyppinen kertakysely.

#### **3.3.3.1 Asukaspaneelitutkimus**

Asukaspaneelitutkimuksessa havainnoitsijoina toimii hajulähteen ympäristössä asuvista asukkaista koostuva paneeli. Aukkaat kirjaavat usean kuukauden ajan kotiympäristön ulkoilmassa esiintyviä hajuja. Asukaspaneelitutkimuksessa saadaan tietoa hajun aiheuttaman viihtyisyshaitan lisäksi hajun esiintymistiheydestä. Hajuhaitta määritetään laskemalla niiden asukkaiden osuus, jotka kokevat hajun aiheuttamaa merkittävää viihtyisyshaittaa.

Asukaspaneelitutkimuksen paneelin jäseniksi kootaan hajulähteen ympäristöstä 25-75 henkilöä, jotka ovat yli 16-vuotiaita ja joilla on suhteellisen normaali hajuaisti. Asukkaiden asuinpaikat valitaan mahdollisimman tasaisesti eri etäisyyksiltä ja ilmansuunnilta hajulähteestä. Paneeliin osallistuvan tehtävänä on seurata, kuinka usein elinympäristön ulkoilmassa esiintyy hajua ja merkitä yksinkertaiseen lomakkeeseen hajun kesto, laatu ja se, miten häiritseväksi hän hajun kokee. Tulosten perusteella arvioidaan ympäristön hajutilannetta sekä hajulähteen vaikutusta ympäristön viihtyisyyteen (Kuusisto 1997).

#### **3.3.3.2 Kertakysely**

Viihtyisyshaitta voidaan arvioida myös kertaluonteisella kyselyllä, joka tilastollisen luotettavuuden aikaansaamiseksi kohdistetaan laajalle joukolle asukkaita. Kirjelomakkeella tai puhelimitse kysytään asukkailta kotiympäristössä esiintyviä ympäristöhaittoja. Kyselyyn sisällytetään hajun lisäksi usein myös muita kotiympäristön laatuun liittyviä seikkoja, jolloin vastaajan huomiota ei kiinnitetä liikaa ympäristöhajuihin. Näin vältetään hajun korostumista vastaajan mielessä ja saadaan tulos, joka mahdollisimman hyvin vastaa asukkaan yleistä mielipidettä kotiympäristöstään.

Saksassa käytetään yleisesti VDI-järjestön laatimaa kertakyselylomaketta, jossa verrataan hajuhaittaa melun aiheuttamaan haittaan. Haitta arvioidaan sekä lineaarisella asteikolla 0-10 (0 = ei haittaa, 10 = sietämätön haitta) että verbaalisella seitsenjakoisella asteikolla "ei häiritse" - "äärimmäisen häiritsevä" (VDI 1997). Lineaarisen ja numeerisen asteikon etu on tulosten parempi käsiteltävyys ja vertailukelpoisuus muihin tutkimuksiin.

Hollannissa, jossa hajun vähentäminen on osa kansallista ympäristöstrategiaa, hajuhaitta määritetään maanlaajuisesti joka toinen vuosi väestön työ- ja elinolosuhteita koskevassa yleisessä tutkimuksessa (VROM 1994). Ympäristöministeriön kyselykaavaketta käytetään myös erillisissä tutkimuksissa ja yksittäisissä selvityksissä.

Sveitsissä yksittäisten lähteiden aiheuttaman hajuhaitan selvittämiseksi käytetään standardoitua kyselykaavaketta, joka käsittää pelkästään hajua koskevia kysymyksiä. Kaavaketta käytetään paikallisviranomaisasolla päätöksenteon pohjana (Schmidtlin 2001).

Eräiden viihtyisyyshaittatutkimusten mukaan hajun aiheuttamaa viihtyisyyshaittaa raportoidaan myös alueilla, joissa ei ole selkeitä hajulähteitä (Köster et al. 1986, Hangartner 1988). Tutkimuksissa 5-10 % väestöstä ilmoitti kokeneensa hajuhaittaa. Viihtyisyyshaittatutkimuksen kohdealueen tuloksia on näin aina syytä verrata ns. puhtaan kontrollialueen tuloksiin.

### 3.4 Instrumenttianalyttiset mittausmenetelmät

Tämän päivän mittaustekniikalla (GC, GC-MS, FTIR jne.) pystytään suoraan määrittämään melko pieniä kaasumaisia pitoisuuksia. Ilmanvaihtoaukkojen tai lantalan päästön erilaisia komponentteja on identifioitu ja niiden pitoisuus on määritetty. Koska haju laimenee tehokkaasti ulkoilmassa, on ilman laadun mittauksissa eläinsuojien hajuviuhkasta pystytty mittaamaan vain murto-osa päästön hajuyhdisteistä.

Periaatteessa tuotantoyksiköiden päästön hajua voitaisiin seurata valitsemalla muutama aistittavaa hajua indikoiva yhdiste. Eri tutkimuksissa on haettu korrelaatiota esim. rikkivedyn tai metaanin ja hajun välillä. Yleispätevää hajuindikaattoria ei tämän hetken tietämyksellä ole kuitenkaan voitu osoittaa. (Hendriks et al. 2001a, Nimmermark 2001; Louhelainen et al. 1998, Hobbs et al. 1999).

Eräs mahdollinen selitys huonolle korrelaatiolle hajuyhdisteiden ja aistittavan hajun intensiteetin välillä voi olla erittäin alhaisen hajukynnyksen ( $< 0,001 \text{ mg/m}^3$ ) omaavien yhdisteiden läsnäolo kaasussa. Vaikka yhdisteiden pitoisuudet ovat alle laitteen havaittavuusrajan (esim.  $0,1 \text{ mg/m}^3$ ), ne voivat kuitenkin merkittäväällä tavalla vaikuttaa aistittavaan hajuun. Lisäksi eräät hajuyhdisteet ovat kemialliselta luonteeltaan epästabiileja ja täten vaikeasti määritettävissä (Hobbs et al. 1999).

Kirjallisuudessa esitettyjen tutkimusten perusteella myöskään yksiselitteistä ja yleisesti pätevää korrelaatiota lantalan tai kotieläinyksiköiden hajun ja ammoniakkipäästöjen välillä ei voida esittää (Hendriks et al. 2001a, Nimmermark 2000). Ammoniakin ja hajun välillä on monesti selvä positiivinen korrelaatio, mutta korrelaatiokerroin vaihtelee tapauskohtaisesti hyvinkin paljon. Poikkeuksia positiivisesta korrelaatiostakin esiintyy. Lannan levityksen päästöjä koskevassa tutkimuksessa ilmastetun, mädätetyn ja happamaksi tehdyn lannan levityksessä korrelaatiota ammoniakin ja hajun välillä ei löytynyt lainkaan. Ilmastetun ja mädätetyn lannan levityksen ammoniakkipäästöt ja hajupäästöt vähenivät molemmat, eri suhteessa kyllä, verrattuina käsittelemättömän lannan päästöihin. Lannan pH-käsittelyn seurauksena taas hajupäästöt vähenivät, mutta ammoniakkipäästöt kasvoivat (Pain & Misselbrook 1991).

### 3.5 Elektroninen nenä

Elektroninen nenä on instrumentaalinen hajun määrittäyslaitte, joka pyrkii jäljittelemään ihmisen hajuaistia. Toisin kuin perinteisessä instrumenttianalytiikassa, jossa erotetaan kaasun eri komponentit, laite antaa kaasunäytteiden haihtuvista yhdisteistä yksilöllisen ”sormenjäljen”. Laitteella on mahdollista erottaa ja määrittää erityyppisiä hajuja toisistaan. Eri ”sormenjälkiä” voidaan käyttää esim. raaka-ainneiden, tuotantoprosessien ja lopputuotteiden laatuominaisuuksien tarkasteluun.

Elektronisesta nenästä on kaavailtu melko hinnakkaiden ja työläiden aistinvaraisten määrittäysmenetelmien korvaajaa. Elektroniseen nenään perustuvia määrittäysmetodeja onkin jo rutiinikäytössä ensisijaisesti elintarviketeollisuudessa ja laadunvarmistuksessa. Kemiallisesti lyhytikäisiäkin yhdisteitä sisältävien maataloushajujen suorille ja jatkuville määrittäysmenetelmille olisi selkeä tarve. Mittauslaitteistot ovat kuitenkin yleensä herkkiä esim. kosteudelle, hiukkasille ja lämpötilan vaihteluille, joten ne soveltuvat usein huonosti ympäristöhajujen määrittämiseen. Ulkoilmaympäristössä, jossa kosteus, lämpötila ja kiintoainepitoisuus vaihtelevat, laitteistojen luotettavuus, toistettavuus ja herkkyys ei ole ollut riittävä (Misselbrook, et al. 1997; Hobbs et al. 1995).

Elektronisen nenän herkkyys tietyille hajuyhdisteille (esim. amiineille) voi olla parempi kuin ihmisen nenän, mutta toisaalta toiset hyvin epämiellyttävän hajuiset yhdisteet voivat jäädä elektroniselta nenältä havaitsematta. Elektronisen nenän on todettu olevan melko epäherkkä mm. ammoniakille, joka usein on eläinsuojan päästön merkittävä komponentti. Laitteiston soveltamista maataloushajujen seuraamiseen hankaloittaa lisäksi se, että laite antaa vasteen myös päästön hajuttomille komponenteille, kuten metaanille ja hiilidioksidille (Nimmermark 2001).

Vaikeuksista huolimatta jatkuvatoimisia määrittäysmenetelmiä ympäristöhajujen määrittämiseen ja kontrolloimiseen on kuitenkin kehitteillä. Käyttökelpoisia sovelluksia voidaan todennäköisesti odottaa 5-10 vuoden sisällä.



# 4

## Hajun vaikutusalueen laajuuteen vaikuttavat tekijät

Kotieläinyksiköstä vapautuvaan hajuun vaikuttavat eläinlaji, lukumäärä ja eläinmassa, rakennuksen tekninen suunnittelu ja käyttö, lannankäsittely- ja varastointitekniikka ja mahdollisesti käytössä oleva hajua vähentävä tekniikka. Tuulen suunta ja nopeus, kosteus, lämpötila ja muut säätieteelliset olosuhteet sekä maasto taas vaikuttavat hajun leviämiseen ja aistimiseen ympäristössä.

### 4.1 Sääolojen ja maaston vaikutus hajun leviämiseen

Hajun leviäminen (aistiminen ympäristössä) riippuu voimakkaasti paikallisista sääolosuhteista, johon taas vaikuttavat maasto ja siihen liittyvät pintailmiöt (Ormerod 2001). Empiirisen tiedon mukaan eniten hajuhavaintoja tehdään stabiilissa ilmakehässä<sup>1</sup> (taulukko 3).

Taulukko 3. Sikalasta peräisin olevan selvän hajun esiintyminen eri tuuli- ja maasto-olosuhteissa (Chastain 2000). Hajun leviämistä arvioitiin leviämismallin (Gauss) avulla päästöarvolla 10 000 ou/s.

Tuulen voimakkuus (m/s)	Ilmakehän tila	Maasto	Leviäminen, tunnistusetaisyys sikalasta (m)
3	stabiili (yö)	avoin	380
6,5	stabiili (yö)	avoin	250
5	stabiili (yö)	metsä	150
10	neutraali (päivä)	avoin	40

Myös Schiffmannin mukaan (1998) suurin osa kotieläintuotannon hajuvalituksista aiheutuu aikaisin aamulla esiintyvistä hajuista, jolloin ilmakehä on stabiili. Stabiileja olosuhteita esiintyy tyypillisesti myös iltaisin. Schauburger et al. (2001) esittivätkin laskennallisesti, että hajun esiintyminen on todennäköisempää illalla (klo 17-21) kuin muina päivän aikoina. Eniten hajua esiintyy silloin, kun tuulen nopeus on 1-1,5 m/s.

Vuodenaikaisista vaihteluista on eriäviä tuloksia. Belgialaisessa tutkimuksessa ei voitu osoittaa kausittaista eroa siinä, miten haju leviää eläinsuojasta ympäristöön. Kenttähavainnointina ja mallituksena tehdyssä tutkimuksessa kesän hajuviuhka oli hieman laajempi kuin talven, mutta ero ei ollut merkittävä (Hendriks et al. 2001b). Päivittäinen vaihtelu oli myös satunnaista. Myös Schauburger et al. (2001) saivat laskennallisesti vain vähän eroa talven ja kesän hajuviuhkan välillä.

<sup>1</sup> Stabiilissa ilmakehässä ilman sekoittuminen on vaikeaa, ja ilmaan päässeet epäpuhtaudet hajaantuvat sen takia hitaasti.

Straussin (1986) hajuhaittatutkimuksen mukaan valitusten todennäköisyys on kuitenkin kesällä (50 %) huomattavasti korkeampi kuin talvella (1 %). Lohrin (1996) sikaloita koskevassa tutkimuksessa hajuhavaintoja esimerkkilaitosten ympäristössä tehtiin kesällä huomattavasti enemmän kuin talvella (3,2/kk vs. 0,1/kk). Hajun esiintymistiheys oli samansuuntainen; kesällä 17 h/kk ja talvella 2 h/kk.

Todennäköistä on, että haju koetaan kuitenkin keskimäärin vähemmän häiritsevänä talvella kuin kesällä. Kesällä ihmiset viettävät enemmän aikaa ulkona ja pitävät talonsa ikkunat auki, jolloin he havaitsevat ulkoilman laadun muutoksia helpommin kuin talvella. Lisäksi hajun havaitseminen on vaikeampaa kylmässä (< 0°C) ilmassa (Strauss 1986; Kuusisto 2001).

## **4.2 Hajupäästöjen laimentaminen**

Kaasujen päästönopeuden korotus tai poistoilman laimentaminen edistävät periaatteessa hajupäästön laimenemista ympäristöön. Näiden toimien vaikutuksesta ympäristön ilmanlaatuun ei kuitenkaan ole löytynyt tutkittua tietoa (Hendriks et al. 2001a).

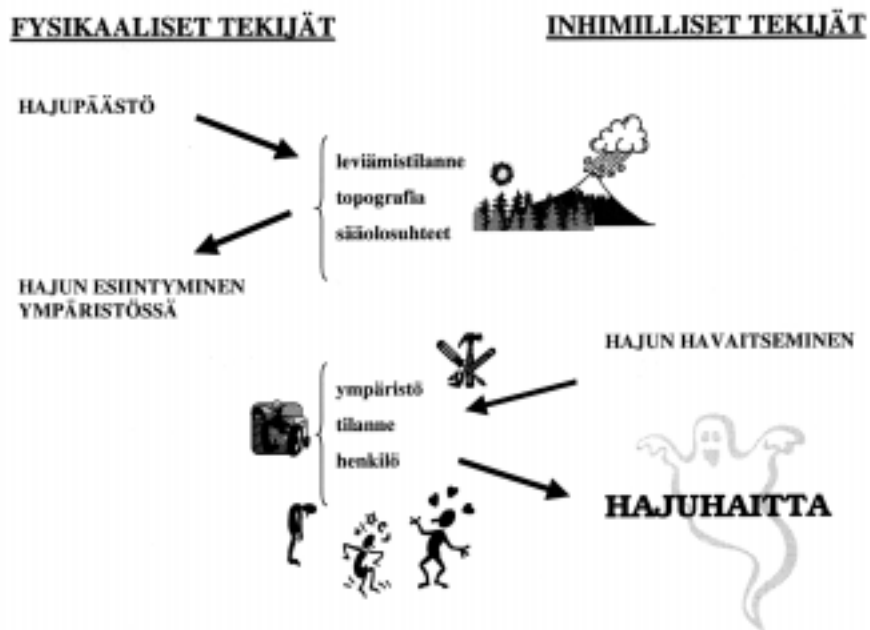
# 5

## Hajun ympäristövaikutukset

### 5.1 Hajun ja viihtyisyshaitan yhteys

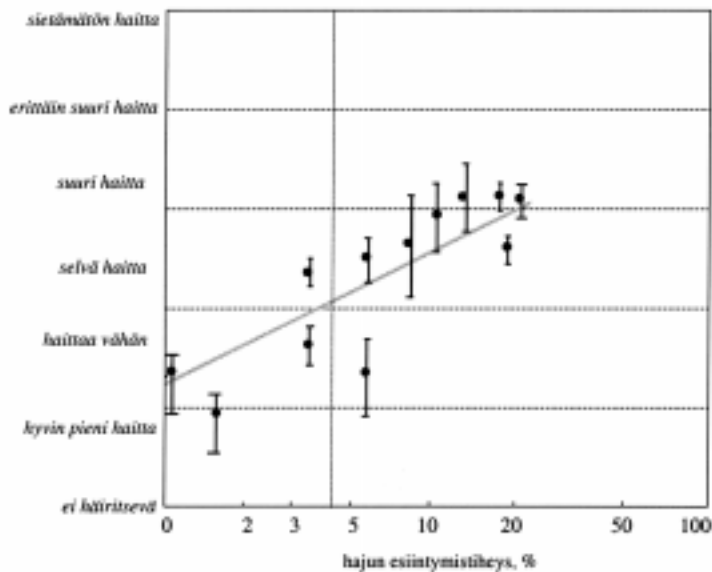
Eri menetelmin voidaan jo melko tarkasti määrittää ja simuloida hajun leviämistä ympäristöön, mutta hajun aiheuttaman viihtyisyshaitan tarkaksi ennustamiseksi ei ole kehitetty pätevää mallia.

Epämiellyttävän hajun esiintyminen aiheuttaa alueen viihtyisyyden alenemista, mutta siitä, missä määrin hajupäästön suuruus suoraan korreloi asukkaiden kokeman haitta-asteen kanssa, on esitetty eriäviä tuloksia. Hajuhaitta muodostuu monimutkaisesta syy-seurausyhteydestä, johon vaikuttavat sekä fysikaaliset että henkilökohtaiset tekijät (kuva 3).



Kuva 3. Hajuhaitan muodostuminen (VDI 1997 mukaan).

Tärkein haitan merkittävyyteen vaikuttava tekijä lienee hajun esiintymistiheys eli se, miten usein ja kuinka kauan ympäristössä haisee. Henkilötasolla määriteltynä korrelaatio ympäristöhajun pitoisuuden tai esiintymistiheyden ja ihmisen haitta-asteen välillä on melko heikko, vaikka korrelaatio voikin olla tilastollisesti merkitävä. Alueellisina keskiarvoina (esim. 0,2-0,5 km hajulähteestä) hajun esiintymistiheys korreloi sen sijaan yleensä hyvin väestön kokeman hajuhaitan kanssa (Sucker 2001). Kuvassa 4 ovat saksalaisen tutkimuksen tulokset sikalan aiheuttaman hajuhaitan ja hajun esiintymistiheyden välillä. Tutkimuksessa hajun esiintymistiheys määritettiin kenttähavainnoinnilla ja hajuhaitta väestökyselyllä. Kyselyssä asukkaita pyydettiin arvioimaan kokemansa hajuhaitta asteikolla 0-10 (0 = ei haittaa ja 10 = sietämätön haitta).



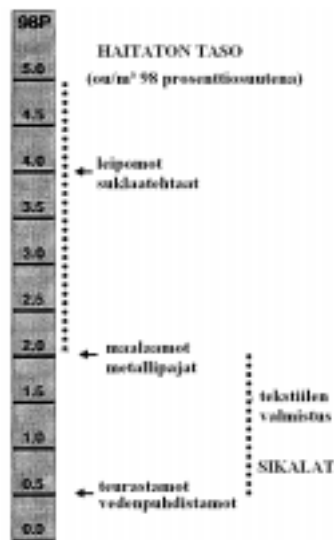
Kuva 4. Eläintuotannon hajun ja asukkaiden kokeman viihtyvyyshaitan välinen yhteys (Steinheider et al. 1998).

Edellä esitetyn tuloksen mukaan selvää haittaa koetaan keskimäärin silloin, kun hajua esiintyy 5 % kokonaisajasta. Winneke et al. (1990) saivat samansuuntaisia tuloksia; 1980-1990 -luvun vaihteessa tehdyn tutkimuksen mukaan asukkaat pitivät eläintuotannon hajua häiritseväenä, jos sitä esiintyy yli keskimäärin 3-5 % kokonaisajasta. Van Broeckin ja muiden laajassa kenttätutkimuksessa arvioitiin sikalahajun "haitattomaksi" tasoksi 0,5-2 ou / m<sup>3</sup> 98 prosenttisuutena. Toisin sanoen ympäristöä, jossa 0,5-2 ou / m<sup>3</sup> vahvuista sikalahajua esiintyy alle 2 % kokonaisajasta, ei todennäköisesti pidetä häiritseväenä (kuva 5).

Myös hajun voimakkuus (intensiteetti) ja miellyttävyysaste ovat asukkaiden kokeman haitan tärkeitä tekijöitä. Lievän hajun esiintymistä ei välttämättä pidetä häiritseväenä. Nicellin mukaan ns. valitustaso on 5 ou / m<sup>3</sup>. Kun 1 ou / m<sup>3</sup>:n haju on juuri aistittavissa ja 3 ou / m<sup>3</sup>:n haju selvästi tunnistettavissa, voidaan tasoa 5 ou / m<sup>3</sup> pitää melko voimakkaana hajuna, jota useimmat ihmiset pitävät häiritseväenä (Nicell 1994, ref. Piringer & Schauburger).

Hollantilaisen tutkimuksen mukaan navetasta leviävä haju koetaan vähemmän häiritseväenä kuin esim. sikalahaju. Kenttähavainnointina tehdyssä tutkimuksessa 90 lehmän navetan ympäristössä todettiin, että vaikka haju on aistittavissa melko laajalla alueella, se arvioitiin häiritseväksi ainoastaan navetan lähiympäristössä (AgriHolland 2000a).

Bongersin ja muiden tutkimuksessa, jossa eläintuotantoyksiköiden hajun esiintymistiheys arvioitiin leviämismallilla ja viihtyisyyshaitta kyselytutkimuksena, ei voitu osoittaa eroa siipikarjan ja minkkitarhojen hajun häiritsevyydessä sikalan hajuun verrattuna. Samalla pitoisuustasolla siipikarjan, minkkitarhojen ja sikalo-



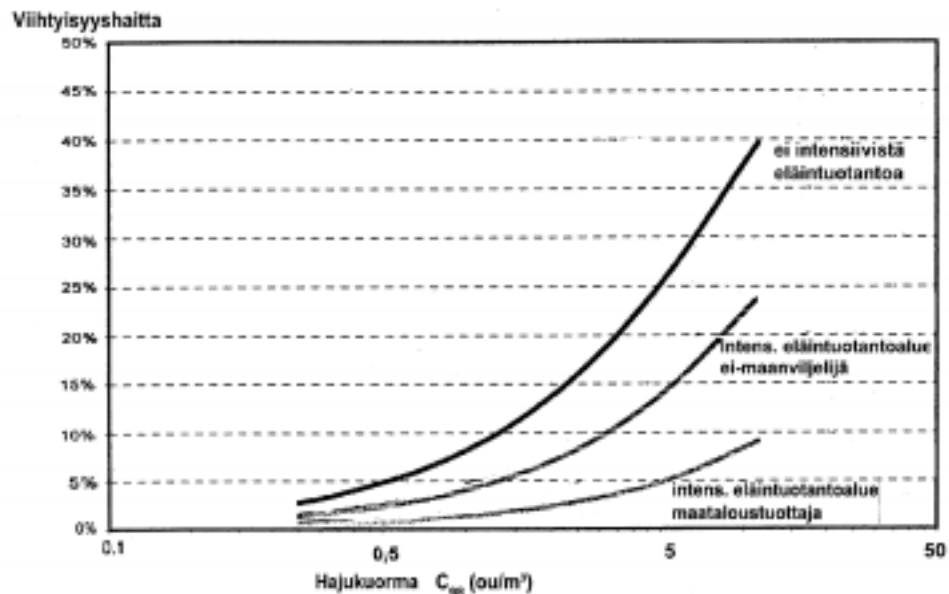
Kuva 5. Eri päästölähteiden aiheuttaman hajun taso, joka ei johda viihtyvyyshaittaa (Van Broeck et al. 2001).

den haju koettiin suurin piirtein yhtä häiritseväksi. Tutkimus indikoi lisäksi, että lihakarjasuojien hajua pidetään vähemmän häiritseväenä, mutta selkeätä eroa sikalan hajuun ei voitu varmuudella osoittaa (Bongers et al. 2001a).

## 5.2 Hajuhaittaan vaikuttavat väestötekijät

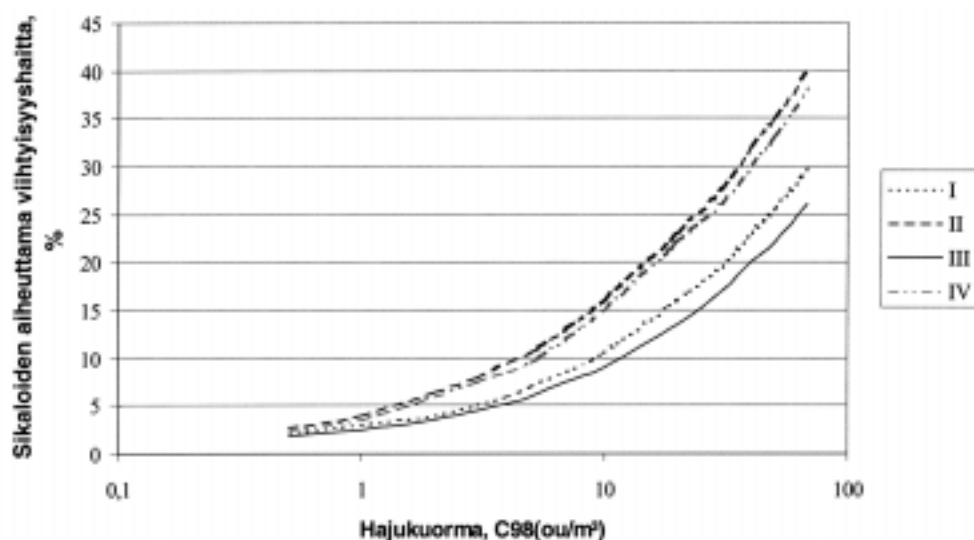
Ilkkaat ihmiset kokevat usein ympäristöhajun vähemmän häiritseväksi (Cavalini 1990; Steinheider & Winneke 1993). Syy ei ole välttämättä heikentyneessä hajuaistissa vaan siinä, että iän mukaan yleinen tyytyväisyys elinympäristöön liittyviin tekijöihin yleensä kasvaa (Carp 1987). Naiset ja korkeammin koulutetut asukkaat ovat yleensä ympäristötietoisempia ja kokevat ympäristöhajut hieman häiritsevämmiksi kuin muu väestö. Asukkaat, joilla ei ole yhteyttä hajulähteeseen (työpaikka, lähisukulaasia jne.), kokevat ympäristöhajun häiritsevämmiksi kuin henkilöt, jotka esim. hankkivat eläntonsa kyseiseltä sektorilta.

Ihmisten asennoituminen hajuun riippuu myös asuinalueen luonteesta. Maatalousalueella siedetään eläintuotannon hajupäästöjä paremmin kuin alueilla, jotka ovat pääasiassa asuinaluetta tai virkistyskäyttöön tarkoitettua aluetta. Kuvas-  
sa 6 verrataan hollantilaisen maatalousväestön ja muissa ammateissa olevien henkilöiden asennoitumista kotieläintuotannon hajuun eri alueilla. Valtaosa eläintuotantoyksiköistä on sikaloita. Käyrät on laadittu alueilla, joissa on vain yksi merkittävä hajulähde. Monen (sikala)lähteen alueilla asukkaiden sietokyky oli suurempi. Monilähdealueen ("cumulatatiegebied") asukkaat sietivät yhtä hyvin kaksi kertaa voimakkaampia hajuja kuin yhden hajulähteen alueiden asukkaat (Bongers et al. 2001a).



Kuva 6. Sikatuotannon aiheuttaman viihtyvyshaitan ja hajukuorman välinen yhteys (Bongers et al. 2001a).

Samassa tutkimuksessa ilmeni, ettei asukkaiden suhtautuminen kotieläintuotannon hajuun muuten ole ratkaisevasti erilaista kaupunki- ja maaseutualueilla (kuva 7). Alueluokat vastaavat Hollannin kotieläintuotannon suojaetäisyysohjeissa esitettyä jaottelua (ks. kohta 7.6).



Kuva 7. Sikaloiden hajukuorman ja viihtyvyyshaitan välinen yhteys erityyppisissä ympäristöissä (Bongers et al. 2001a).

I = asutus- ja virkistysaluetta (ei maanviljelyä)

II = kaupunkiympäristöä, harvemmin asutettua aluetta, maaseutukylää

III = yksittäistä asutusta, maaseutuympäristöä

IV = maatalo-aluetta

## 5.3 Haju ja terveys

On erittäin epätodennäköistä, että kotieläinyksiköistä emittoituvat yhdisteet suoraan aiheuttaisivat terveyshaittaa ympäristössä. Yhdisteiden pitoisuudet ulkoilmassa ovat erittäin alhaisia ja alittavat terveydelle haitalliset pitoisuudet. Toisaalta ei ole varmaa tietoa siitä, miten eri yhdisteiden seokset vaikuttavat ihmisen terveyteen. Rikkiyhdisteet voivat periaatteessa olla terveydelle vaarallisia, mutta niitä esiintyy maatalouspäästöissä harvemmin terveysriskiä aiheuttavissa pitoisuuksissa.

Taulukkoon 4 on koottu muutama sikalapäästöistä määritetty hajuyhdiste, niiden hajukynnys ja terveydelle vaaralliset pitoisuudet. Ulkoilmassa haju laimenee hyvin tehokkaasti ja useimpien haisevien yhdisteiden pitoisuudet laimenevat alle määritysrajan. Usein yhdisteiden hajukynnys on ainakin noin 500 kertaa pienempi kuin terveydelle vaarallinen pitoisuus.

Ongelmaksi koettu haju on kuitenkin selvä stressitekijä. Stressi taas aiheuttaa ihmisessä biologisia muutoksia, jotka voivat altistaa sairauksille ja erilaisille oireille, vaikka haju ei suoranaisesti aiheuttaisi sairautta. Hajun yleisimmät terveyshaittoihin liittyvät valitukset ovat silmien, nenän ja kurkun ärsytys, päänsärky ja väsymys, univaikeudet ja pahoinvointi (Steinheider et al. 1998; Schiffmann 1998). Hajun stressivaikutus voi ilmetä myös mielialan muutoksina. Schiffmanin tutkimuksessa (1998) selvitettiin ison sikalan hajupäästön vaikutus ympäristön asukkaaseen mielentilaan. Tutkimuksessa suurelle hajukuormalle altistuneet asukkaat kärsivät huomattavasti enemmän masennuksesta, väsymyksestä ja jännityksestä kuin vertailuryhmä.

Taulukko 4. Sikalan päästöissä esiintyviä yhdisteitä ja niiden terveydelle haitalliset pitoisuudet (Zahn et al. 2000, Devos et al. 1990).

	Hajukynnys, mg/m <sup>3</sup>	Terveydelle haitallinen pitoisuus, mg/m <sup>3</sup> (USA)	Sikalarakennuksen päästöissä mitattuja pitoisuuksia (mg/m <sup>3</sup> )
Rikkivety	0,026	14	0,05
Ammoniakki	2-4	18	3,7
Dimetyylidisulfidi	0,05	ei määr.	0,017
Voihappo	0,014	ei määr.	0,5-1,1
Etikkahappo	0,4	25	0,5
Fenoli	0,4	19	1,4
Skatoli	0,0003	ei määr.	0,002

Fenoli- ja indolihdisteet voivat vaikuttaa haitallisesti myös kasvien kasvuun ja ne aiheuttavat eläimissä hengitykseen liittyviä vaikeuksia (Ramirez et al. 1982; Carlsson et al. 1986). Korkean hajupitoisuuden on eläinsuojan sisällä todettu haittaavan eläinten kasvua ja altistavan eläimiä sairauksille (Mackie et al. 1998).

Yhdyskuntailman hajut aiheuttavat myös sosiaalisia ja taloudellisia haittoja. Ulkoiluharrastus ja ihmisten väliset kontaktit ovat vähentyneet haisevilla alueilla. Näillä alueilla sijaitsevien kiinteistöjen markkinointavuus on huonontunut (Marttila 1995).

# Hajun ohjeistusmallit

# 6

Suurimmassa osassa Eurooppaa, Pohjois-Amerikkaa ja Australiaa on vain yleisiä ohjeita hajun esiintymiselle ja kotieläinyksiköiden sijoittumiselle asutuksen suhteen. Viranomaiset arvioivat hajuhaittaa aiheuttavaa toimintoa tai laitosta tapaus kerrallaan usein ilman soveltuvaa tietoa hajun leviämisestä ja tavoitteena estää merkittävää viihtyisyyshaittaa.

Joissakin maissa yleisiä ohjeita on täydennetty kansallisilla tai tietyn kriittiseen (hajuja aiheuttavaan) toimialaan kohdistuvilla ohjeilla tai enemmän tai vähemmän virallisilla menettelytavoilla. Edellä mainitut kriittiset sektorit ovat esim. olleet kotieläintuotanto ja jätevedenpuhdistamot. Sovelletut ratkaisumallit voidaan jakaa ohjeistusperiaatteensa mukaan viiteen eri luokkaan:

1. Vähimmäisetäisyyden määrittäminen hajulähteen ja asutusten tms. herkün kohteen välillä.
2. Raja-arvo kemiallisten yhdisteiden pitoisuudelle ulkoilmassa (esim. rikkivety).
3. Raja-arvo hajun esiintymiselle (prosentteina kokonaisajasta).
4. Raja-arvo viihtyisyyshaitalle tai "häiritsevän" hajun esiintymiselle.
5. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT:n) käyttöönotto.

Seuraavassa käydään läpi eri ratkaisumallien edut ja haitat sekä soveltuvuus kotieläintuotannon hajun ohjeistukseen.

## 6.1 Vähimmäisetäisyyden asettaminen

Eläinmäärään ja eläinsuojatekniikkaan perustuva vähimmäisetäisyyden määrittäminen on kotieläintuotannossa eniten käytetty tapa estää viihtyisyyshaitta. Vähimmäisetäisyysperiaatetta käytetään mm. useassa Euroopan maassa, Australiassa ja eräissä Yhdysvaltojen osavaltioissa. Myös Suomen ympäristöministeriö laati keväällä 2001 ehdotuksen kotieläintuotannon suojaetäisyyksistä (Ympäristöministeriö 2001).

Käytössä olevissa menetelmissä kotieläinyksikön eläinmäärä ilmaistaan ekvivalentteina, joka perustuu useimmiten kyseessä olevien eläinten lukumäärään, massaan ja "haisevuuteen". Haisevuuskerroin on usein laadittu lannan sisältämien ravinteiden ja erityisesti sen typpipitoisuuden mukaan. Lisäksi huomioidaan kotieläinyksikön ympäristön tyyppi (maatalousalue, asutuksen määrä, kaupunkialue). Kehittyneemmät mallit ottavat lisäksi huomioon tuotanto-olosuhteet (eläinsuojan ilmanvaihtotekniikan, ruokintajärjestelmät ja lannan käsittelyn), ympäristön maasto-olosuhteet ja mahdolliset hajua vähentävät tekniikat (biosuotimen tms.).

Edellä esitetyn tiedon perusteella arvioidaan valmiiksi kehitetyn laskenta-kaavan tai käyrästä avulla tarpeellinen suojaetäisyys kotieläintuotannon ja asutuksen tai virkistyskohteen välillä. Menetelmän käyttö on helppoa, ja se mahdollistaa yhdenmukaisen lupakäsittelyn vaatimatta raskaita ympäristövaikutus-



vityksiä. "Oikean" etäisyyden määrittäminen edellyttää kuitenkin lukuisten parametrien määrittämistä. Käyrästön laatiminen edellyttää näin melko laajaa mitaus- ja laskentatutkimusta.

Tieteellisesti laadittu käyrästökin tulee aina olemaan jonkinlainen kompromissi. Kotieläinsuojien päästöissä on suuria päivittäisiä vaihteluita, eivätkä mallit pysty huomioimaan kaikkia paikallisia olosuhteita (tuulen suuntaa, maastoa, rakennusten mitoitus).

Oikean etäisyyden arvioimiseksi tarvitaan eri eläinten yksilökohtainen hajupäästö, joka etenkin sian suhteen on määritetty useassa tutkimuksessa. Kirjallisuudessa esitetyissä päästöarvoissa esiintyy kuitenkin melkoista vaihtelua. Esim. lihasikakohtainen hajupäästön arvo on kirjallisuudessa 11-498 ou/s (Martinec et al. 1998, Hendriks et al. 2001b, Gallmann et al. 2001). Sikojen hajupäästöjä (keskimääräinen päästö eläinpaikkaa kohti) on tarkistettu mm. Hollannissa, Belgiassa ja Saksassa olfaktometrisin mittauksin. Hollannissa on mitattu myös siipikarjan eläinpaikkakohtaiset päästöt. Muiden tuotantoeläinten hajupäästötiedot ovat tällä hetkellä hyvin puutteellisia.

## **6.2 Raja-arvo kemiallisten yhdisteiden pitoisuudelle ulkoilmassa**

Ratkaisumalli soveltuu parhaiten vähän komponentteja sisältäville päästöille. Pitoisuusraja-arvoja on käytössä mm. Japanissa sekä Yhdysvaltojen ja Kanadan osavaltioissa (Mahin 2001). Eläintuotannon useita komponentteja sisältäville päästöille menettelyä ei voi suositella. Mallia käytetään mm. jätevedenpuhdistamoiden haitan ehkäisemiseksi, ja yleisimmin raja-arvo on määritetty rikkivedylle.

Menetelmän hyviin puoliin laskettakoon objektiivisuus ja se, että ohjeen seuraaminen voidaan periaatteessa tehdä instrumentaalisesti kevyehköllä työpanoksella. Pieniä pitoisuuksia on vaikeata määrittää luotettavasti, jolloin seuranta tehdään käytännössä päästömittauksilla ja leviämislaskelmin. Mallin etuja on myös se, että päästöjä vähentävien toimien vaikutus voidaan melko yksinkertaisesti todeta tai mallittaa ilman raskaita mittauksia. Ongelmana voidaan pitää huonoa korrelaatiota hajuhaitan ja yksittäisen yhdisteen välillä.

## **6.3 Raja-arvo hajun esiintymiselle (prosentteina kokonaisajasta)**

Ratkaisumallia sovelletaan teollisuuspäästöille esim. Saksassa, Tanskassa, Uudessa Seelannissa ja Australiassa. Seuranta tehdään hajupäästömittauksin ja mallilaskelmin tai kenttähavainnoinnilla. Raja-arvot perustuvat yleisesti tutkimuksiin eri hajutasojen korrelaatiosta viihtyisyyshaittaan.

Mallin etu on seurantaparametrin melko hyvä korrelaatio viihtyisyyshaittaan. Ohjeiden noudattamiseen liittyy myös vaativa hajun mittaustyö, jonka kustannukset ovat yksittäiselle maatalousyrittäjälle raskaita.

## 6.4 Raja-arvo viihtyisyshaitalle

Viihtyisyshaitalle on virallisesti annettu ohjearvo ainoastaan Sveitsissä. Menettelyssä ohjearvo kohdistuu suoraan hajun ohjeistuksen yleiseen tavoitteeseen; hajuhaitan vähentämiseen tai ehkäisemiseen. Ohjeiden noudattaminen tarkistetaan asukaskyselytutkimuksilla. Luotettava mittaustulos edellyttää kuitenkin sitä, että ympäristössä asuu riittävä määrä vastaajia. Esimerkiksi asumattoman virkistysalueen viihtyisyshaitan arviointi on hankalaa.

Menettelyn vaikeutena ovat myös oikean raja-arvon asettaminen ja epäsuora yhteys toiminnan päästön ja ohjeparametrin välillä. Raja-arvon perusteella ei voi suoraan päätellä, miten paljon kotieläinyksikössä tulisi vähentää päästöjä, jotta ne eivät aiheuta viihtyisyshaittaa ympäristössä.

## 6.5 Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT)

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan määrittämisen etu on menettelyn suora päästöjä vähentävä vaikutus. Menettely edellyttää kuitenkin tietoa siitä, millälaisia hajun vähennyksiä aikaansaadaan vähäpäästöisillä tekniikoilla, ja siitä, ovatko uudet tekniikat riittäviä hajuhaitan ehkäisemiseksi. Parhaaseen tulokseen päästään yhdistämällä BAT-periaate johonkin em. muuhun ohjausparametriin, esim. viihtyisyshaittaan tai vähimmäisetäisyyteen.

EU:n IPPC-direktiivin mukaan sikojen ja kanojen tehokasvatuksesta on laadittu suomalainen parhaan tekniikan asiakirjan luonnos (Mikkola et al. 2002). Asiakirja sisältää tietoa alan parhaista käytettävissä olevista teknisistä ratkaisuksista, päästötasoista, energian ja raaka-aineen kulutuksesta sekä kustannuksista. Asiakirjan BAT-kandidaatit ja suositukset ovat osin myös hajua vähentäviä tekniikoita. Hajua vähentävistä BAT-tekniikoista ei kuitenkaan ole tässä vaiheessa vielä kattavaa suomalaista tutkimustietoa tai kokemuksia. Katsaus saatavissa olevaan tutkimustietoon esitetään luvussa 8.

Tarkempia ohjeita sikaloiden ympäristön suojavyöhykkeiden leveyden laskemiseksi hajuhaitan ehkäisemiseksi on laadittu mm. Saksassa, Tanskassa, Sveitsissä, Itävallassa ja Hollannissa. Yleisesti empiirisiin kaavoihin perustuvia hajuohjeita ollaan paraikaa tarkentamassa uuden tutkimustiedon pohjalta.

Eläintuotantoyksiköiden kasvaessa hajuongelmat ovat nousseet ajankohtaisiksi myös sellaisissa maissa, joissa maatalous ei perinteisesti ole aiheuttanut kansallisesti merkittäviä hajuongelmia. Tämän seurauksena viranomaiset ovat esim. Belgiassa, Yhdysvalloissa ja Irlannissa aloittaneet tutkimusohjelmia hajuohjeiston perusteiden selvittämiseksi. Tässä luvussa esitettävät eri maiden menettelytavat kuvaavat tilannetta syksyllä 2001.

Myös Suomen ympäristöministeriö laati keväällä 2001 ehdotuksen eläinsuojien suojaetäisyyksistä (Ympäristöministeriö 2001). Ehdotuksessa on esitetty kotieläinsuojan suositeltava etäisyys häiriintyviin kohteisiin eläinyksikkömäärän ja olosuhteiden funktiona (liite 1). Eläinyksikkö perustuu kyseisen eläintyyppin lannan fosforimäärään, ja lihasialle on annettu kerroin yksi. Käyrästä muoto on tehty kokemuseräisen tiedon perusteella siitä, miten pitkälle sikalasta peräisin oleva haju leviää (Latostenmaa 2001).

## 7.1 Saksa

Saksassa on 1980 -luvulta lähtien sovellettu insinöörijärjestö VDI:n ohjeita 3471 (sikalat), 3472 (kanalat) ja 3473 (navetat) eläinsuojien hajuhaittojen estämiseksi (VDI 1986a & b, VDI 1994). Ohjeissa määritetään asutuksen ja kotieläinsuojien vähimmäisetäisyys hajuhaitan estämiseksi. Vähimmäisetäisyys määritetään tuotannon koon logaritmisena funktiona seuraavasti:

1. Tuotanto määritetään eläinyksikköinä *Grossvieheinheit*, GV (= eläimien elopaino normitettuina 500 kg:lla, engl. LU = livestock unit). Lihasika (keskim. 80 kg) esimerkiksi on 0,16 GV ja kana (keskim. 1,7 kg) 0,04 GV (VDI 1986).
2. Lannankäsittely- ja ilmastointijärjestelmä, ruokintatapa ja alueen topografia luokitellaan ja pisteytetään annetun pistejärjestelmän mukaan, joka kuvaa tekijöiden vaikutusta hajun muodostukseen ja leviämiseen.
3. Vähimmäisetäisyys määräytyy eläinyksikkömäärän ja yhteenlaskettujen pisteiden funktiona.

Sikaloita koskeva pisteytysjärjestelmä, laskutapa ja käyrästä on esitetty liitteessä 2.

Empiirisiä kertoimia sisältävä ohjeisto uudistettiin 2000-luvun alussa, ja uudessa ohje-ehdotuksessa huomioidaan nyt lisäksi mm. ympäristön alueen käyttö, sääolosuhteet ja alueen korkeuskäyrät (Krause & Brodersen 2000). Uuden ohje-

ehdotuksen mukaan arvioidut vähimmäisetäisyydet tulevat melko poikkeuksetta olemaan edellisiä lyhyempiä (Both 2001a).

Saksassa on säädetty myös erillisiä yleisiä raja-arvoja hajun esiintymistiheydelle, ja ne koskevat kaikki ihmisen toiminnoista aiheutuvia hajupäästöjä. Yksinkertaisuutensa takia eläintuotantoyksiköiden ympäristölupa-asioissa sovelletaan kuitenkin aina ensisijaisesti VDI:n ohjeita. Ainoastaan silloin, kun etäisyys maatilasta ja lähimmän asuintalon välillä on pienempi kuin VDI -ohjeen kaavoilla määritetty etäisyys, nojaututaan kyseiseen hajuimmissio-ohjeistoon. Tällöin selvitetään yleensä leviämislaskelmien avulla sikalan ympäristön hajukuorma ohjeiston sääntöjen mukaan. Hajuimmissiolle sovelletaan tällöin taulukon 5 mukaisia raja-arvoja.

Taulukko 5. Eläintuotantoyksiköiden hajun esiintymistiheyden raja-arvot.

	Asutus- ja seka-alue	Kylä, jossa on kotieläintuotantoa	Asutuksen laitamat ja maaseutu
Esiintymistiheys, % kokonaisajasta	10	15	15-20

Maaseudulla sovellettavia korkeampia raja-arvoja perustellaan sillä, että kotieläin kasvatus on tällaisilla alueilla luontaista ja alueiden toimeentulolle tärkeää. Täten oletetaan myös, että paikalliset asukkaat ovat vähemmän herkkiä eläinsuojien hajulle kuin esim. kaupungin asukkaat. Saksalaisten suvaitsevaisuus eläinhajuille on kuitenkin alentunut myös maaseutualueilla, ja viranomaiset saavat ottaa vastaan kasvavan määrän valituksia (Both 2001b).

## 7.2 Sveitsi

Sveitsin vuoden 1985 ympäristönlainsäädännön mukaan (LRV 1985) uuden eläintuotantoyksikön perustamisvaiheen tai olemassa olevan tuotannon laajentamisen yhteydessä tulee noudattaa sääntöjä hajuhaittaa ehkäisevästä vähimmäisetäisyydestä. Järjestelmälliset ohjeet vähimmäisetäisyyden arvioimiseksi laadittiin vuonna 1995 (Richner & Schmidlin 1995). Ohjeissa kotieläinyksiköiden hajuhaittaa ehkäisevä vähimmäisetäisyys arvioidaan kertomalla eläinten lukumäärä kyseisen eläinlajin hajuhaittapotentiaalikertoimella. Tämän jälkeen tarpeellinen suojavyöhyke lasketaan potenssifunktiolla, joka sisältää yhdeksän tekijää: ympäristön maaston ja korkeuden, eläinsuojatyypin, lannan käsittelytekniikan, lannan tyypin, ilmastointijärjestelmän, ruokinnan ja hajupäästöjen vähentämistoimet. Sveitsin kotieläinyksiköt ovat keskimäärin pienempiä kuin naapurimaissa, ja käytännössä vähimmäisetäisyyksiä on määritelty vain alle noin 200 eläinyksikön tiloille (Koutny 2001).

Hajuhaittataso voidaan myös arvioida ja varmistaa erillisillä selvityksillä, jotka usein suoritetaan standardoituina kyselyinä tai puhelinhaastatteluina. Hajuhaitta määritetään ympäristön asukkaille suunnatulla kyselyllä. Viihtyisyyshaitan suositusarvona pidetään 25 %:a (se osuus asukkaista, joka kokee hajun selvästi häiritseväksi) (Arnold 1995). Sveitsissä on lisäksi olemassa päästörajat noin 150 hajuyhdisteelle. Lähinnä teollisuuspäästöjen hallintaan suunniteltujen päästörajojen noudattamisen oletetaan myös estävän hajuhaitan esiintymisen (Mahin 2001).

Myös Sveitsissä työskennellään vähimmäisetäisyysarvioinnin parantamiseksi. Tutkimuksen kohteina ovat mm. katosmaisten sikaloiden ja -navetoiden ympäristövaikutus ja hajuhaitta, porsastuotannon hajupäästö sekä eri sää- ja tuuliolosuhteiden vaikutus hajun leviämiseen (Keck 2001, Keck et al. 1999, Koutny 2001).

## 7.3 Itävalta

Maatilojen aiheuttamaa kohtuutonta hajuhaittaa ehkäistään Itävallassa ensisijaisesti suojavyöhykkeiden avulla. Ohjeet suojavyöhykkeen laskemiselle laadittiin 1990-luvun puolessa välissä (Piringer & Schaubberger 1999).

Kotieläinyksikön suojaetäisyys määritetään tuotantoyksikön hajuluvun potenssifunktiona. Hajulukku lasketaan eläinmäärän ja -tyypin, rakennustekniikan, lannankäsittelyn ja -säilytyksen sekä ruokintatavan mukaan. Itävallan vuoristotyyppinen maasto on varsin vaihteleva, ja siksi hajuarviointiohjeisiinkin on lisätty vaihe, jossa melko perusteellisesti huomioidaan alueen topografia, ilmakehän stabiilisuus ja vallitseva tuulen suunta. Ohjeiden mukainen vähimmäisetäisyys sisältää siten edellä kuvatut maasto- ja sääkertoimet huomioiden myös suunnan, missä lähin asutus sijaitsee (Schaubberger et al. 1997). Laskentaperusteiden yhteenvedo on liitteessä 3.

Liitteessä 4 on verrattu itävaltalaisten vähimmäisetäisyyslaskelmien tuloksia Sveitsin, Saksan ja Hollannin vastaaviin. Itävallassa suojaetäisyydet ovat keskimäärin saksalaisia, sveitsiläisiä ja hollantilaisia pidemmät. Ohjeen arviointimallin tekijät ovat empiirisiä. Mallin paikkansapitävyys on kuitenkin testattu muutamissa esimerkkitapauksissa. (Schaubberger et al. 1997).

## 7.4 Tanska

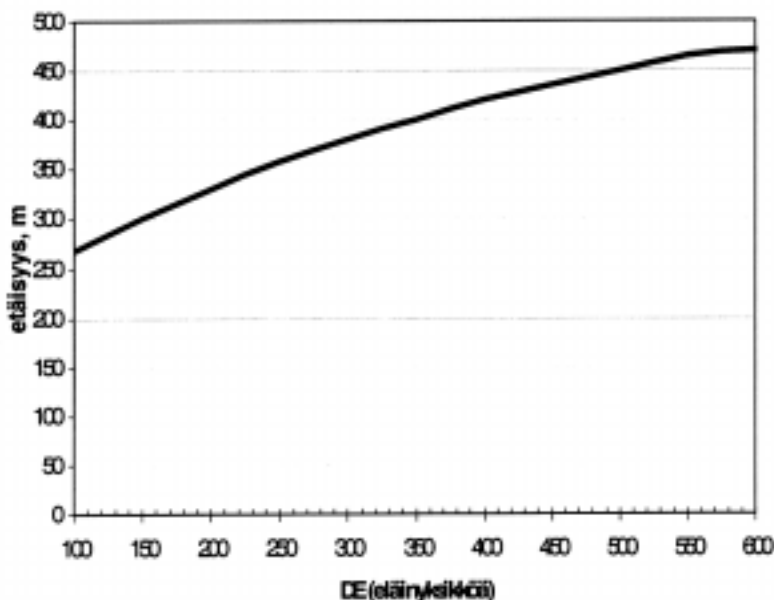
Tanskassa kotieläintuotannon sijoittumista säättää 1997 säädetty ohjeisto (Miljøstyrelsen 1997). Sikaloita ja kanaloita koskeva ohjeisto määrää vähimmäisetäisyyden urbaanialueeseen ja asutukseen. Ohjeisto vastaa saksalaisia VDI -ohjeita tanskalaiseen maataloustuotantoon osittain mukautettuna (Løfström 2001).

Vähimmäisetäisyys määritetään, kuten VDI:n ohjeissa, kotieläintilan eläinyksikön (DE = Dyreenheter, engl. LU = livestock unit) mukaan. Eläinyksikkö määritellään Jersey-lehmän vuodessa tuottaman lannan sisältämän, 100 kg lannan tyyppä vastaavan kasviravinnemäärän perusteella (Asman et al. 1999). Käytännössä tanskalainen eläinyksikkö vastaa saksalaista eläinyksikköä ”Grossvieeinheiten”, GV, eli eläimien elopaino normitettuna 500 kg:lla (Løfström 2001). Arvioinnin kohteena oleva sikala tai kanala normitetaan eläinyksiköihin, joiden minimietäisyydet urbaanialueen ja sikalan tai kanalan välillä määritellään taulukon 6 mukaisesti.

Taulukossa 6 ilmoitetut vähimmäisetäisyydet eivät kuitenkaan ole absoluuttisia määräyksiä, vaan eläinsuoja voidaan sijoittaa myös etäisyysrajaa lähemmäksi asutusta. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että arvioidaan huolellisesti hajun mahdollisia vaikutuksia ympäristöön. Suojavyöhykettä voidaan kaventaa esim.,

Taulukko 6. Kanalan ja sikaloiden ympäristön suojavyöhyke hajuhaitan estämiseksi (Kai 2000).

DE (eläinyksiköjä) (kanoja tai sikoja)	Vähimmäisetäisyys, m		
	Maataloustuotanto-alue	Alue, jonka kylä- ja kaavoitus sallii myös loma-asutuksen rakentamisen	Olemassa oleva kylä ja loma-asutusta
15-250	50	100	100
121-250	50	100	300
>250	määräytyy erillisenkäyrästä mukaan (kuva 8)		



Kuva 8. Tanskan vähimmäisetäisyysuositukset kylä- ja loma-asutusalueella eläin-  
tuotannon funktiona (Miljøstyrelsen 1997 mukaan).

jos eläinsuojassa on käytössä hajua vähentävää tekniikkaa, kuten biopesuri (Kai 2001).

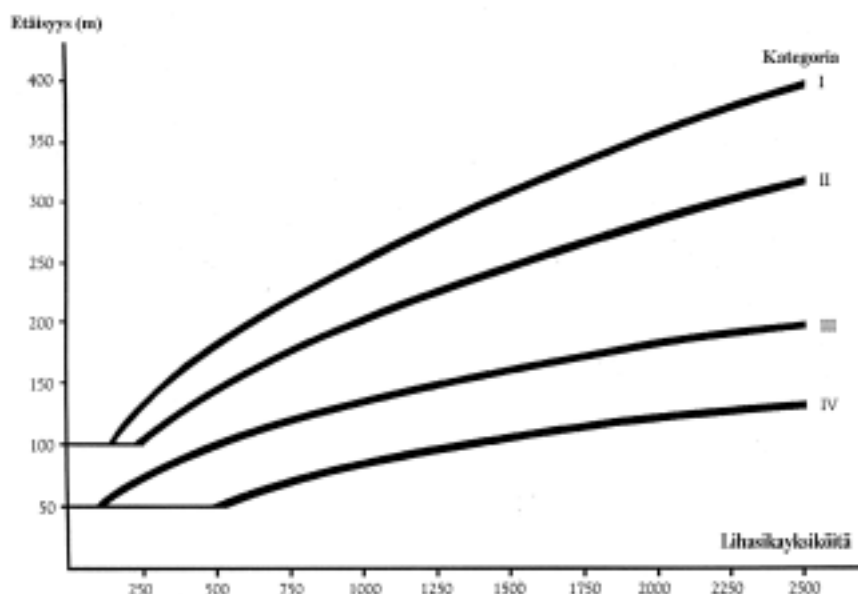
Tanskassa on lisäksi käytössä yleisiä ohjearvoja hajun esiintymiselle. Tanskassa laitoksen ympäristössä laitoksesta peräisin olevaa, häiritsevää hajua saa esiintyä korkeintaan 1 % kokonaisajasta. Hajukuorma määritetään yleensä leviämislaskelmin (Arnold 1995).

## 7.5 Hollanti

Hollannissa on Euroopan suurin sikatuotanto maan pinta-alan suhteutettuna (724 sikaa/km<sup>2</sup> vuonna 1994), ja vuosittainen tuotanto vastaa kahta kertaa maan asukaslukua. Sikaloiden aiheuttama hajuhaitta on täten pitkään ollut ajankohtainen ongelma, ja ensimmäiset suojavyöhykemääräykset ovat jo vuodelta 1971. Vuonna 1976 Hollannissa otettiin käyttöön hajuhaittaohjeisto, joka sikojen lukumäärän funktiona määrää suojavyöhykkeen leveyden asutuksen ja sikalan välillä (Bongers 2001). Ohjeiston käyrästöt perustuu 1960-luvulla tehtyyn empiiriseen kartoitukseen, jossa joukosta terveystarkastajia koottu havainnointipaneeli määrittä, miten pitkälle sikaloiden hajua voi levitä. Tutkimusta täydennettiin ns. maalaisjärkeen perustuvilla olettamuksilla (Klarenbeek & van Harreveld 1995). 1980-luvun lopussa käyrästön oikeellisuus tarkistettiin hajupäästömittauksin ja leviämislaskelmin sikaloiden osalta.

Nykyinen eläintuotannon hajuhaittaohjeisto vuosilta 1996 ja 1985 (VROM 1996, VROM 1985) sisältää käyrästön, jossa vähimmäisetäisyys on annettu eläintuotannon funktiona (kuva 9).

Kuvan neljä käyrää osoittavat erityyppisillä alueilla sovellettavia vähimmäisetäisyyksiä (taulukko 7). Ympäristöluokituksen perusteet on tarkemmin selostettu liitteessä 5.



Kuva 9. Hollannin vähimmäisetäisyydet alueen käytön ja eläintuotannon funktiona (VROM 1985).

Taulukko 7. Hollannin hajuohjeiston alueluokat.

Luokka	Alueen käyttö tai tyyppi
I	Ei maanviljelyä, asutusalue, sairaalat, virkistysalueet
II	Kaupunkiympäristöä harvemmin asutettu alue, maaseutukylät
III	Yksittäinen asutus maaseutuympäristössä
IV	Maatila-alue

Eläintuotanto ilmaistaan lihasikayksikköinä, mve (mestvarkeneenheden). Yksi mve vastaa perinteisessä sikalarakennuksessa pidetyn lihasian keskimääräistä vuosittaista hajupäästöä. Lihaskyksikköä käytetään myös muiden eläinsuojien hajuhaitan arvioimiseen seuraavasti:

1 mve = 1 lihasika = 11 nuorta lammasta = 1,5-3,0 emakkoa (tavallisessa eläinsuojassa pidettyinä) (VROM 1996). Ns. vihreän leiman matalapäästösikaloissa eläinmäärän mukainen hajupäästö on arvioitu pienemmäksi, ja niissä yksi mve vastaa 1,4 lihasikaa (Ogink & Klarenbeek 1997). Ohjeiston suomenkielinen käännös on liitteessä 5.

Kuvan 9 käyrästä tieteellisiä perusteita tarkastellaan paraikaa. Syyt tähän ovat ensisijaisesti kehittyneet hajun määrittämis menetelmät ja tarve selvittää tarkasti uusien matalapäästöisten sikaloiden ympäristövaikutukset. Mm. lihasikayksikön keskimääräinen hajupäästö on määritetty olfaktometrisesti (22,6 ou/s) ja muiden kotieläinten muunnoskertoimien paikkansapitävyys on tarkistettu (Ogink & Klarenbeek 1997, Ogink & Groot Koerkamp 2001). Lisäksi on osoitettu, ettei asukkaiden suhtautuminen eläintuotannon hajuun merkittävästi eroa ohjeiden eri alueluokissa (kuva 7, taulukko 7). Hollannin ympäristöministeriön tavoitteena oli saada uusi, tarkempi ohjeisto valmiiksi vuoden 2001 aikana (Bongers et al. 2001). Raportin kirjoittamishetkellä uutta ohjetta ei ole virallistettu.

## 7.6 Belgia

Tiheästi asutussa Pohjois-Belgian Flanderin maakunnassa kasvatetaan vuodessa noin seitsemän miljoonaa sikaa 13 000 maatilalla. 1990-luvun loppupuolella melkein 30 % ympäristöviranomaisille suunnatuista hajuvalituksista johtui maataloustuotannon hajuhaitoista (Van Langehove & De Bruyn 2001). Yleisiä raja-arvoja hajuihmisiolle ei ole asetettu, mutta tietyille hajulähteille on laadittu ohjearvoehdotuksia. Esimerkiksi jätevedenpuhdistamoiden hajukuormaohjearvo on 2 % kokonaisajasta (Mahin 2001). Ympäristön hajukuorma määritetään yleisesti kenttähavainnoinnilla, ja selvitystä voidaan täydentää puhelimitse tehtävillä hajuhaittakyselyillä annos-vastesuhteen selvittämiseksi.

Vuonna 1997 aloitettiin tutkimusohjelma, jonka tavoitteena on kehittää menetelmä määrittämään sikaloiden ja neljän muun alueellisesti merkittävän hajulähtelajin hyväksyttävä hajuhaittataso, so. hajutaso, joka ei johda viihtyisyyshaittaan. Tutkimuksessa haetaan korrelaatio hajupäästön ja hajuihmision välillä kenttähavainnoinnilla, olfaktometrisillä päästömittauksella ja leviämislaskelmilla (Van Broeck et al. 2001).

Sikaloihin kohdistuvassa tutkimuksessa määritetään myös korrelaatio sikalan hajupäästön ja eri parametrien, kuten ilmastoinnin, ulkoilman lämpötilan, eläinmäärän ja sikalan eläintiheyden, välillä. Käynnissä olevasta tutkimuksesta raportoitiin vuoden 2001 alussa vähimmäisetäisyys sikamäärän funktiona. Vähimmäisetäisyyden kriteeriksi on valittu hajuihmisiotaso 1 ou/m<sup>3</sup> 98 % prosenttiosuutena, ts. havaittavaa hajua esiintyy 2 % ajasta. Menetelmää kehitetään edelleen, ja laajassa mittausohjelmassa tutkitaan tällä hetkellä muita hajukuormaan vaikuttavia parametreja ja niiden merkitys tarpeellisen suojavyöhykkeen määrittämisessä (Van Langehove & De Bruyn 2001).

## 7.7 Irlanti

Irlannissa ei ole säädetty seikkaperäisiä tai yhdenmukaisia ohjeita hajuhaitan estämiseksi. Yleinen vähimmäisetäisyysuusitus sikaloiden ja asutuksen välillä on 400 m (EPA 1998). Tarve määrittää juuri sikaloiden ympäristövaikutukset lupien myöntämisen yhteydessä kasvoi voimakkaasti muutama vuosi sitten Irlannin uuden ympäristöasetuksen ja Euroopan unionin IPPC-lupamenettelyohjeen johdosta. Tämän seurauksena Irlannin ympäristöviranomaisen (EPA) teki 1990-luvun lopussa päätöksen selvittää, mikä on hyväksyttävä hajuhaittataso sikaloiden ympäristössä sekä millä menetelmillä hajuhaitta tulisi määrittää.

Selvitystyön tuloksena on esitetty seuraavat hajuihmision ohjearvot sikaloiden hajuhaittojen estämiseksi. Suositukset perustuvat mm. hollantilaisiin tutkimustuloksiin (Bongers et al. 2001):

**Yleinen tavoitearvo:**  $C_{98} < 1,5 \text{ ou/m}^3$

Tavoitearvo kuvaa yleistä (myös teollisuuslähteiden) hajukuormatasoa, joka ei johda hajuhaittaan. Tavoitearvo tarkoittaa käytännössä sitä, että havaittavaa hajua esiintyy ympäristössä korkeintaan 2 % kokonaisajasta. Tutkimusten mukaan tällaisella hajukuormalla korkeintaan 10 % asukkaista kokee hajun haitalliseksi.



### Uusien sikaloiden raja-arvo: $C_{98} < 3,0 \text{ ou/m}^3$

Kyseisellä hajukuormalla  $< 10 \%$  asukkaista kokee hajun häiritsevä, kun oletetaan, että sikalaympäristön asukkaat tietyin osin hyväksyvät sikalahajun maaseutualueelle ominaisena. Raja-arvo tarkoittaa käytännössä sitä, että tunnistettavaa hajua esiintyy ympäristössä korkeintaan  $2 \%$  kokonaisajasta.

### Olemassa olevien sikaloiden raja-arvot: $C_{98} < 6 \text{ ou/m}^3$

Kyseisellä hajukuormalla hajuhaitta rajoittuu myös  $< 10 \%$ :iin väestöstä. Määrittelyssä oletetaan tiettyä tottuneisuutta hajuun ja sitä, että hajua pidetään maaseututyypiselle alueelle ominaisena. Raja-arvo vastaa tilannetta, jossa erittäin selkeätä hajua esiintyy ympäristössä korkeintaan  $2 \%$  kokonaisajasta.

Ehdotuksen mahdollisesta täytöntöönpanosta ei raportin julkaisuvaiheessa ollut tietoa.

## 7.8 Iso-Britannia

Isossa-Britanniassa suositellaan 400 metrin etäisyyttä kotieläinsuojien tai lannan säilytyksen ja asutuksen välillä (Mahin 2001). Lisäksi on annettu maataloustuottajille suunnatut yleiset ohjeet sikaloiden hajuhaitan hallitsemiseksi (Environment Agency 2000). Varsinaisia hajuohjeita on laadittu lähinnä jätevedenpuhdistamoille; uuden jätevedenpuhdistamon maksimaaliseksi hajukuormaksi suositellaan  $5 \text{ ou/m}^3 > C_{98}$  ja vanhan  $10 \text{ ou/m}^3 > C_{98}$  (Piringer & Schauburger 1999). Näiden lisäksi viranomaiset käyttävät taulukon 8 mukaisia (epävirallisia) hajukuorman raja-arvoja.

Taulukko 8. Englantilaiset arviot hajun haittavaikutuksesta (Hobson 1997, ref Schauburger et al. 2001).

Hajupitoisuus $\text{ou/m}^3$	Esiintymistiheys, %	Vaikutus
10	2	Aiheuttaa todennäköisesti vakavaa hajuhaittaa
5	2	Olemassa olevien laitosten hyväksyttävä taso
1	2	Merkittävä hajuhaitta ei todennäköinen
1	0,5	Uusien päästölähteiden turvallinen tavoitearvo
10	0,01	Uusien päästölähteiden turvallinen tavoitearvo, sovelletaan vaihteleville päästöille

## 7.9 Ruotsi

Ruotsissa kotieläintuotantoyksikön etäisyyden asutukseen, kouluihin ja lastentarhoihin ym. tulee olla vähintään 200 m (Naturvårdsverket 1989). Ohje on laadittu haju- ja karpäshaittojen välttämiseksi. Ympäristön topografian ja tuuliolosuhteiden mukaan voidaan määrätä myös pidempiä suojaetäisyyksiä. Luvanvaraisen kotieläinyksikön (min. 200 eläinyksikköä) ja asutuksen välinen suositusetäisyys on taas 500 m. Hajun lisäksi kyseinen suojaetäisyys on määritetty suojaamaan väestöä hevosten ym. eläimien aiheuttamilta allergioilta (Miljöförvaltningen 2000).

Yhtä ruotsalaista eläinyksikköä vastaa esim. (SFS 1998):

1 lehmä	10 lihasikaa	200 broileria
6 vasikkaa	1 hevonen	10 minkkinaarasta
3 emakkoa	100 munivaa kanaa	

## 7.10 Italia

Italiassa on ainoastaan yleiset ohjeet kotieläintuotannon hajuhaitan estämiseksi. Pohjois-Italiassa on kuitenkin eräitä paikallissääntöjä lannanvarastoinnin tarpeellisuudesta suojavaöhykkeestä. Esimerkiksi Emilia-Romagnassa lantavarastojen vähimmäisetäisyydet ovat 80 m yksittäisiin asuintaloihin sekä 20 m kyseisen maatilan ulkorajoihin ja taajama-alueisiin (Valli 2001).

## 7.11 Australia

Australiassa vuonna 1989 laadittua maataloja koskevaa hajuohjeistusta ollaan uusimassa. Edelliset ohjeet käsittivät vähimmäisetäisyyden määrittämisen karjamäärän, tilan koon, ympäristön asutustiheyden, maaston ja kasvuston avulla. Uudet ohjeet antavat raja-arvon myös hajun esiintymiselle, ja uusien sikaloiden suurin sallittu hajukuorma on  $10 \text{ ou/m}^3$  tunnin keskiarvona  $> C_{99,5}$ . Hajuimmissio arvioidaan yleisesti leviämislaskelmilla (FSA Environmental 1999).

Etelä-Australiassa säädettiin 1998 erilliset ohjeet suursikaloiden hajuhaittojen vähentämiseksi. Ohjeen mukaan vähimmäisetäisyys lähimpään asutukseen on 200 m, mutta ohjeet sisältävät myös kaavan, jonka mukaan vähimmäisetäisyys voidaan vaihtoehtoisesti laskea. Näin arvioitua vähimmäisetäisyyttä sovelletaan siinä tapauksessa, että laskelmien tulokseksi saadaan  $> 200 \text{ m}$  (Mahin 2001).

## 7.12 Kanada

Kanadassa eri osavaltiot säätävät omakohtaisesti maatalouden hajupäästöjä vähimmäisetäisyysperiaatteella. Suojavyöhykkeen leveys vaihtelee osavaltiosta toiseen maankäytön ja asuintalojen rakentamisen tarpeen mukaan. Muutamassa osavaltiossa, kuten Ontariossa, on lähdetty uusimaan jäykäksi kritisoitua vähimmäisetäisyysjärjestelmää ja lisätty vähimmäisetäisyysarviointiin mm. eri lannankäsittelytekniikoiden hajupäästöä ja ympäristön alueen käyttöä kuvaavia tekijöitä (Fraser 2001). Albertan osavaltiossa nojaututaan lisäksi rikkivedylle ja ammoniakille annettuihin ulkoilman raja-arvoihin hajuhaitan estämiseksi. Rikkivedyn raja-arvo on 10 ppb (tunnin keskiarvo) ja ammoniakin 2 ppm (Mahin 2001).

## 7.13 Yhdysvallat

Yhdysvalloissa kotieläintuotannon rakenne on muuttunut dramaattisesti viime vuosina ja tuotanto on keskittynyt perinteisistä monilukuisista pienistä maataloista suuriin tuotantoyksiköihin. Suuremmat hajupäästöt ja se, että ympäristön asukkaiden asennoituminen teollistuneeseen kotieläintuotantoon on muuttunut vähemmän suvaitsevaiseksi, on johtanut uusiin hajuongelmiin. Hajuhaittakysymyksiä käsitellään Yhdysvalloissa perinteisesti paikallistasolla. Muutamassa osavaltiossa sovelletaan vähimmäisetäisyysperiaatetta, joka vaihtelee 60 m:stä 3 km:iin eläinmäärästä ympäristön käytöstä ja osavaltiosta riippuen (taulukko 9). Yleisempi lähestymistapa on kuitenkin määrätä paras mahdollinen tekniikka (BAT) hajuhaittojen minimoimiseksi.

Taulukko 9. Esimerkkejä Yhdysvaltain osavaltioiden kotieläinyksiköiden sijoittumisen suojaetäisyyksistä (Heber 1997).

Osavaltio	Vähimmäisetäisyys, km	Huom.
Iowa	0,2-0,6 km asumattomalla alueella 0,4-0,8 km asuinalueilla	Raja-arvoja sovelletaan eläinmäärän mukaan yli 90 000 kg:n vuosittaiseen sikatuotantoon.
Illinois	0,4-1,6 km	Sovelletaan muille kuin maatalousalueille progressiivisesti eläinmäärän mukaan yli 125 sikaa/a tuottaviin sikaloihin. Maksimaalista suojaetäisyyttä, 1,6 km, käytetään yli 2 500 sikaa/a tuottaviin sikaloihin
South Dakota	0,4 km  0,4-0,8 km  1,2-2,4 km	25-750 sikaa/a tuottavien sikaloitten vähimmäisetäisyys taloihin, kouluihin ja kirkkoihin 25-750 sikaa/a tuottavien sikaloitten vähimmäisetäisyys asuinalueeseen yli 2 500 sikaa/a tuottavien sikaloitten vähimmäisetäisyys asuinalueeseen

Sianlihatuotantorakenteen muutos on johtanut siihen, että kansallinen ympäristöviranomais - EPA - on ottanut hajuhaittakysymykset käsittelyyn ja selvittää hajuhaitan mahdollisia terveysvaikutuksia (USDA 2000). Esimerkiksi Purduen yliopisto on äsken laatinut itävaltalaisen ja brittiläisen hajuohjeistus- ja leviämismallin pohjalta yksinkertaistetun maallikkomallin suojaetäisyyksien laskemiseksi (PAAQL 2001). Malli on käytettävissä yliopiston kotisivuilla (liite 6).

## 7.14 Aasian maita

Japanissa on asetettu 22 hajuyhdisteelle pitoisuusraja-arvoja ulkoilmassa. Raja-arvot vaihtelevat 0,9 ppb:stä (n-valeriaanahappo) 10 000 ppb:hen (tolueeni). Esimerkkejä hajuyhdisteistä, joiden pitoisuudesta ulkoilmassa säädetään, ovat metyyliimerkaptaani, dimetyylisulfidi, asetetaldehydi ja voihappo (Environment Agency Government of Japan 1997).

Hong Kongissa suojavyöhykkeen leveys on yleisesti vähintään 200 m kotieläintuotantoyksikön ja herkän käytön alueen välillä (Hong Kong Planning and Standards 2000).

# Hajun vähentämismenetelmät

# 8

Kotieläintuotannon hajun vähentämistekniikan alalla on sinänsä tehty melko vähän kehitystyötä. Valtaosa ilmapäästöjen vähentämiseen kohdistuvista teknisistä ratkaisuista on suunniteltu ammoniakkipäästöjen vähentämiseen. Samoja tekniikoita voidaan pitkälle soveltaa myös hajuille, ja useimmat ammoniakkipäästöjä vähentävät toimet vähentävät samanaikaisesti hajua. Hajun vähentämisen teknisiä ratkaisuja on tutkittu ensisijaisesti Keski-Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Kuivatut menetelmät ja niillä saavutettava hajureduktio on testattu sikäläisillä kotieläinyksiköillä. Suurin osa tutkituista menetelmistä liittyy sikaloiden hajuhaitan vähentämiseen. Lisäksi on tutkittu siipikarjatuotannon hajuhaittojen vähentämismahdollisuuksia.

Navettojen ja turkistarhojen hajupäästöjä koskevia tutkimuksia on tehty erittäin vähän. Vaikka navetoita on runsaasti, ne aiheuttavat vähemmän hajuhaittaa ympäristössä. Tämä johtuu ensisijaisesti navettojen hajun miellyttävämmästä luonteesta sikaloihin ja kanaloihin verrattuna. Suomessa tekeillä olevassa sikojen ja kanojen tehokasvatuksen BAT-asiakirjassa "Kotieläintuotannon ympäristökuormitusta vähentävät menetelmät ja tekniikat" on lyhyesti käsitelty sikaloiden, kanaloiden, navettojen ja turkistarhauksen hajun vähentämisen mahdollisuuksia (Mikkola et al. 2002). Tässä luvussa pyritään täydentämään BAT-asiakirjan tietoja mittaustuloksilla ja menetelmäkuvauksilla muualla käytössä olevista ratkaisuista. Tekniikoiden kuvauksen yhteydessä on annettu kustannustietoja silloin, kun niitä on ollut saatavilla. Useimmat arviot ovat belgialaisista, hollantilaista tai yhdysvaltalaisista selvityksistä.

## 8.1 Kotieläinrakennusten tekniikkaa

Eläinsuojan puhtaus on tärkeä tekijä hajun ehkäisemisessä. Kaikki pinnat, johon lanta voi tarttua ja joissa eläimiä pidetään, tulisi pitää mahdollisimman puhtaina ja kuivina. Eläinsuoja tulisi suunnitella niin, että puhtaanapito on mahdollisimman helppoa ja tehokasta. Sileät pinnat on helppo puhdistaa, ja lannan poiston tiheä toistaminen auttaa pitämään sisäilman puhtaana. Eläinsuojan lämpötila on hyvä pitää mahdollisimman alhaisena kaasunmuodostuksen minimoimiseksi, kuitenkin eläinten hyvinvoinnin asettamissa rajoissa. Siipikarjatuotannossa eläinrakennusten lämpötila säädetään yleensä kasvatusolosuhteiden mukaan melko tarkasti optimaalisen tuotannon takaamiseksi. Naudat ja siat sietävät sen sijaan melko hyvin matalampiakin lämpötiloja. Runsas kuivitus auttaa eläintä viihtymään suositeltua alhaisemmissa lämpötiloissa (Mikkola et al. 2002).

### 8.1.1 Sikalat

Hajunmuodostus on kuivalantasikaloiissa keskimäärin vähäisempää kuin lietelantasikaloiissa. Euroopassa käytetään yleisesti olkia kuivikemateriaalina, kun taas Suomessa suosituimmat materiaalit ovat sahanpuru sekä kutterilastu ja turve. Turve vähentää parhaiten hajujen muodostumista, sekä absorboi hyvin vettä ja ammoniakkia. Lisäksi turve ehkäisee haitallisten mikrobien kasvua.

Lietelantasikaloiden hajuun voidaan tehokkaasti vaikuttaa poistamalla lanta mahdollisimman tarkasti ja usein kuiluista. Tiheä huuhtominen kasvattaa toisaalta lietelannan määrää. Huuhteluvesi voidaan mahdollisesti kierrättää ja lantavettä käyttää uudestaan, mutta tämä edellyttää erillisen lantaveden erottamiseen tarkoitetun säiliön rakentamista. Säiliöön tulee asentaa ilmastus tms. käsittely kiintoaineiden erottamiseksi lietteestä (Hendriks et al. 2001a).

Eri kuilurakenteilla voidaan vaikuttaa siihen, että lietteen vapaa pinta-ala, josta hajuyhdisteet haihtuvat sisätilaan, on mahdollisimman pieni. Esimerkiksi Hollannissa ja Tanskassa on käytössä V-muotoisia kuiluja, joissa lietteen vapaa tila on minimoitu. Hajun muodostukseen voidaan vaikuttaa myös jäähdyttämällä lietettä kuilussa.

Hollantilaisen tutkimuksen mukaan hajupäästö on sitä suurempi, mitä suurempi osuus lattiasta on ritilää (taulukko 10). Lannasta haihtuvat hajuyhdisteet pääsevät ritilän kautta haihtumaan sisätilaan.

Taulukko 10. Sikaloiden eri lattiarakenteiden vaikutus hajun emittoitumiseen (Klaerenbeck et al. 1982).

Lattiatyyppi	Ritilän osuus koko lattiapinta-alasta (%)	Hajupäästö*) ou/h kg eläinmassaa
kuivikepohja	58	16
osarakolattia	72	103
kokorakolattia	100	142

\*)1980-luvun mittausarvot eivät ole numerollisesti verrannollisia tuoreisiin mittaustuloksiin.

Rakolattiat ovat kuitenkin omiaan pitämään karsinoita siisteinä, ja mitä suurempi ritiläosuus, sen helpompaa on pitää karsinoita puhtaina. Aarninkin selvityksessä (1997) todettiin, että 25-prosenttinen osarakolattia voidaan pitää hyväksyttävässä kunnossa, jos karsina on muuten hyvin suunniteltu ja sisääntuloilma jäähdytetään kesällä. Eläinten ulostuskäyttäytymiseen ja yleiseen siisteyteen voidaan myös vaikuttaa karsinan rakenteen suunnittelulla, säätämällä sikalan lämpötilaa, eläinten sijainnilla ja ilmastoinnilla (den Hartog & Vormans 1994; Hendriks et al. 2001a).

Taulukossa 11 on yhteenvetona verrattu eri sikalajärjestelmien hajupäästöjä. Menetelmät B, C, D, F ja H ovat hollantilaisia matalapäästöjärjestelmiä, ns. vihreän leiman sikaloita, joita on kehitetty ammoniakkipäästöjen alentamiseksi.

Taulukko 11. Eri sikalajärjestelmien hajupäästöjen vertailu (Ogink 2001).

Sikalan rakenne		Eläinkohtainen hajupäästö, ou/s
Lihasila	A Osarakolattia	22 (7-85)
	B Lietelannan vapaa tila rajoitettu ritilän alla haihtumisen estämiseksi	10 (7-15)
	C Lietekourun ilmatilan jäähdytys	11 (6-18)
	D Lietekuulujen huuhtelu kaksi kertaa päivässä	11 (5-23)
Joutilaat emakot	E Yksilöpiltuu	19 (8-37)
	F Ryhmäkarsina ja yhteisruokinta	7 (3-19)
Vieroitettut porsaas	G Rakolattia	11 (1-35)
	H Lietelannan vapaa tila rajoitettu rakojen alla haihtumisen estämiseksi	4 (1-16)

### 8.1.2 Kompostipohjasikalat

Kompostipohjasikalassa (purupohjasikalassa) lihasiat kasvatetaan 50-60 cm paksulla kuivikepohjalla. Purupohjasikalassa ei ole erillistä lantala, vaan lanta sekoitetaan kuivikkeeseen, jolloin koko kuivikepohja alkaa kompostoitua. Pohja on käännettävä noin kerran viikossa, ja se tyhjenetään kerran vuodessa suoraan peltoaumaan. Suomessa pohjamateriaalina käytetään yleensä turvetta tai olkisilpun ja turpeen sekoitusta. Hyvin toimivassa kompostipohjasikalassa hajunmuodostus on vähäistä, mutta lisääntyneen työmäärän ja korkeampien kustannusten takia sen suosio on viime vuosina Suomessa laskenut (Ahlfors 2000). Hyvin suurena haittana pidetään myös purupohjasikaloiden suhteellisen korkeaa pölypitoisuutta ja endotoksiinipitoisuutta etenkin silloin, kun kuivikemateriaalina käytetään vain turvetta. Pölyhaittoja voidaan vähentää käyttämällä vähemmän pölyävää kuivikettä, esim. olkisilppua.

MTTL:n tekemän selvityksen mukaan purupohjajärjestelmän aiheuttamat lisäkustannukset lietalantalaan verrattuna ovat samansuuruiset kuin kuivalantajärjestelmän, noin 5-7 % kokonaiskustannuksista. Suurimmat kustannukset tulevat purusta ja lämmityskustannuksista (Ahlfors 2000).

Kompostipohjasikaloiden hajua vähentävä vaikutus on todettu useassa - myös suomalaisessa - tutkimuksessa (Hendriks et al. 2001a, Debruyckere et al. 1993, Louhelainen et al. 2001). Suoria vertailutuloksia kuivalanta- tai lietalantajärjestelmiin ei kuitenkaan ole ollut saatavilla.

### 8.1.3 Siipikarjatuotanto

Valtaosa Suomen siipikarjatuotannosta toimii kuivalantajärjestelmällä. Hajun muodostukseen vaikutetaan tehokkaasti pitämällä rakennusten sisätila mahdollisimman kuivana ja poistamalla lanta usein. Häkkikanaloissa lanta poistetaan tehokkaasti lantamattojen avulla. van Geelne & van der Hoekin tutkimuksen mukaan (1982, ref. Hendriks et al. 2001a) lantamatoilla varustettujen kanaloiden hajupitoisuus oli merkittävästi matalampi verrattuna kanaloihin, joissa lanta varastoidaan häkkien alla (59 ou/m<sup>3</sup> vs. 260 ou/m<sup>3</sup>).

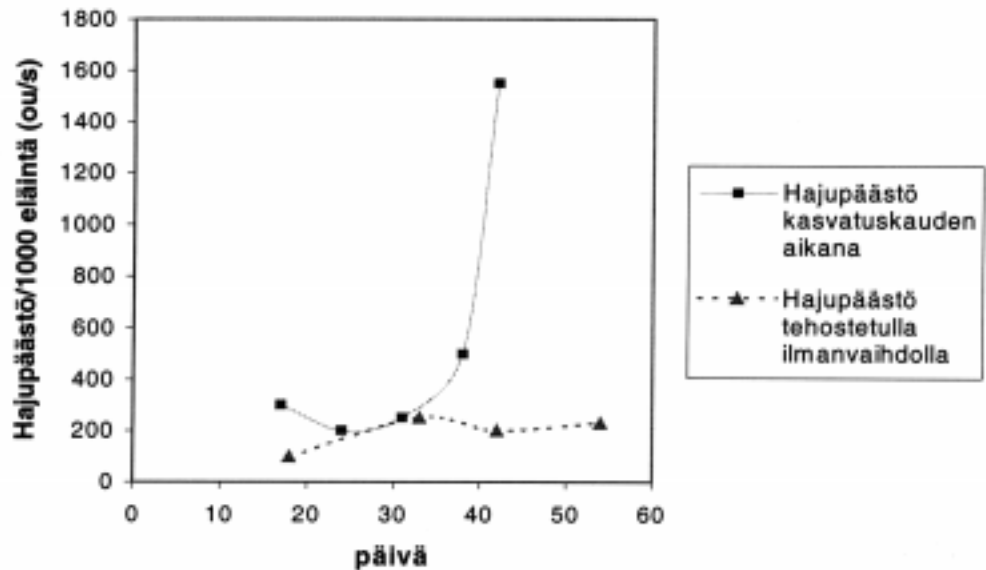
Vähän vettä hukkaavilla juottolaitteilla pidetään kuivikepohja mahdollisimman kuivana ja hajunmuodostus vähäisenä. Clarksonin ja Misselbrookin tutkimuksessa (1991) juomanipalla varustetun kanalan hajupitoisuus oli puolet matalampi kuin leveämmällä kaukalolla varustetun kanalan.

Taulukossa 12 on esitetty hollantilainen yhteenveto eri tuotantajärjestelmien lannankuivatusmenetelmistä ja kuivikepohjan hajupäästöistä. Menetelmät C ja E ovat ns. matalapäästöjärjestelmiä, joita on kehitetty ensisijaisesti ammoniakkipäästöjen alentamiseksi. Toisin kuin sikaloissa (taulukko 11), näiden "matalapäästömenetelmien" vaikutus hajupäästöön oli vähäisempää.

Taulukko 12. Eri siipikarjatuotantajärjestelmien hajupäästöt (Ogink 2001).

	Kanalan rakenne	Eläinkohtainen hajupäästö, ou/s
Munituskanala	A Häkkikanala, lanta varastoidaan häkkien alla	0,7 (0,17-1,3)
	B Lattiakanala, osarakolattia ja kuivikepohja	0,3 (0,08-0,5)
	C Lannan poisto lantamattojen avulla ja kuivattaminen matolla	0,35 (0,2-0,8)
Broilerituotanto	D Kuivikepohjainen lattiakasvatus	0,18 (0,06-0,4)
	E Kuivikepohjan kuivattaminen alaimujärjestelmällä	0,16 (0,08-0,3)

Broilerituotannossa hajunmuodostus lisääntyy kasvatuskauden edetessä. Hajun lisääntyminen voidaan englantilaisen tutkimuksen mukaan välttää lisäämällä ilmastointitehoa ja lisälämmityksellä (kuva 10). Suurempi ilmastointiteho pitää lattiakuivikemateriaalin kuivana ja vaikuttaa siten hajua vähentävästi.



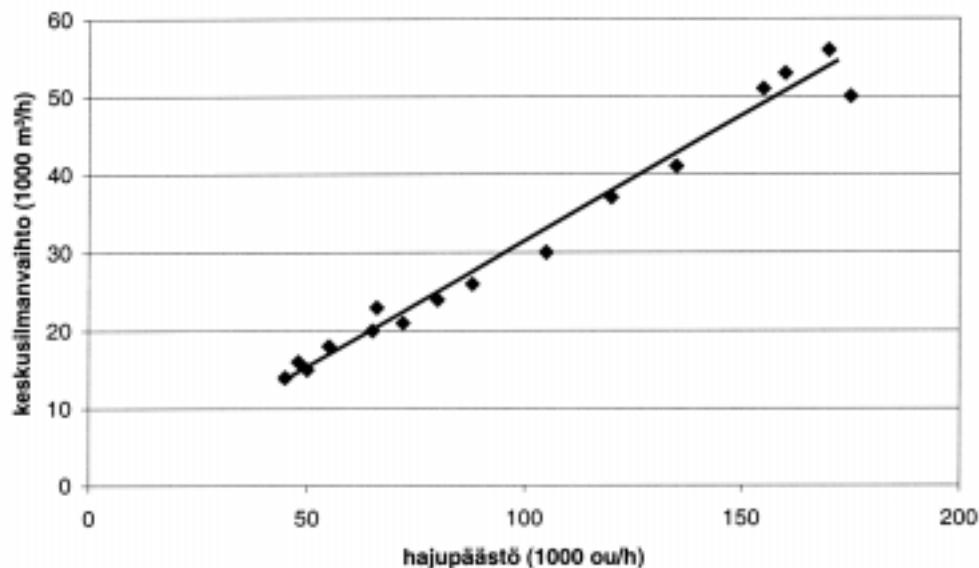
Kuva 10. Ilmanvaihtotehon vaikutus broilerituotannon hajupäästöön (Clarkson & Misselbrook 1991).

## 8.2 Kotieläinrakennusten ilmanvaihto ja -poisto

Suurimmassa osassa Suomen kotieläinsuojia on koneellinen ilmanvaihto, joka toimii alipainejärjestelmänä. Järjestelmällä poistetaan eläinten ja pieneliöitten tuottama kosteus ja haitalliset kaasut sekä kesällä liiallinen lämpö. Useimmissa tuotantorakennuksissa eläintiheys on niin suuri, että rakennuksen vuotojen kautta tapahtuva luonnollinen ilman vaihtuminen ei riitä. Koneellisella ilmanvaihdolla on helpompi säätää sisätilan ilman ominaisuuksia. Koneellisen ja luonnollisen ilmanvaihtojärjestelmän hajupäästötasoilla ei ole sinänsä todettu merkittäviä eroja (Gallmann et al. 2001). Koneellinen järjestelmä on kuitenkin välttämätön, jos eläinsuojaan asennetaan poistoilman käsittelytekniikkaa, kuten pölysuodatin tms.

Lantakuiluissa syntyneiden kaasujen erillispoistolla voidaan pitää tehokkaasti eläinsuojan ilmatilan laatua hyvänä pienemmällä kokonaisilmanvaihdolla. Alaimun periaatteena on tehdä alipaine lantakuilun ilmatilaan, jolloin ilmaa raskaammat lantakaasut imetään kuilusta pois eivätkä ne leviä sikalan ilmatilaan. Näin pystytään pienentämään ilmanvaihtoa ja siten myös energian kulutusta. Alaimu tulee kyseeseen vain rakolattiaa käyttävissä sikaloissa. Alaimun vaikutuksesta poistoilman kokonaishajuun ei kuitenkaan ole mittaustuloksia (Mikkola et al. 2002).

Hendriksin ja muiden selvityksen (2001a) mukaan broilerituotannon hajupäästöä voidaan pienentää kasvattamalla ilmanvaihtotehoa. Rakennuksen optimilämpötilan ylläpitämiseksi tulee samalla lisätä lämmitystehoa. Toisin kuin kanaloissa, ilmanvaihtotehon nostaminen vaikuttaa vähemmän merkittävästi sikaloitten sisäilman hajupitoisuuteen, ja siksi sikaloissa taas pätee päinvastainen korrelaatio: ilmanvaihdon lisääminen lisää hajupäästöä (kuva 11).



Kuva 11. Sikalan hajupäästön ja ilmanvaihdon välinen yhteys (Hendriks et al. 2001b).

Eläintuotannon rakennuksesta tulevat hajut leviävät ja laimenevat tehokkaammin, jos ne poistetaan katon kautta, kuin seinässä olevista ilmapoistoaukoista. Korottamalla edelleen poistoilman päästökorkeutta voidaan aikaansaada paremmat edellytykset hajuyhdisteiden leviämiselle ja laimenemiselle. Harsseman tutkimus (1980) osoitti kuitenkin, että esim. 10-12 m:n korotuskin vaikuttaa merkittävästi hajukuormaan ainoastaan eläinrakennuksen lähiympäristössä 100-150 m:n etäisyydelle asti. Kauempana tuotantorakennuksesta poistoilman päästökorkeuden kasvattamisen vaikutus ilman laatuun ei ollut merkittävä. Osittain eriäviä tuloksia saatiin tanskalaisessa tutkimuksessa (Landsudvalget for Svin, 2001). Siinä todettiin mittauksin, ettei ilmanpoiston korottaminen 70 cm:stä 3 m:iin vaikuta ympäristön hajupitoisuuteen > 100 m:n etäisyydellä rakennuksesta. Keräämällä kaikki poistoilma 6 m korkeaan piippuun voitiin kuitenkin alentaa hajupitoisuuksia ympäristössä.

### 8.3 Ruokinta ja ruokintajärjestelmät

Kotieläinsuojien jätteistä (lannasta) muodostuvan hajun on osoitettu korreloivan eläimille syötetyn rehun sisältämän typen kanssa. Ravinnon valkuaislaatu ja -määrä vaikuttavat sekä lannan hajun laatuun että voimakkuuteen (Hobbs et al. 1996).

Eläinten valkuaisruokinnan optimoinnilla on mahdollista alentaa eläintuotannon hajupäästöjä. Valkuaisen vähentäminen rehussa vaikuttaa lannan typpipitoisuuteen, millä on vaikutusta haisevien yhdisteiden päästöjen vähentymiseen. Ruokintaa muutettaessa on ensisijaisesti huolehdittava myös siitä, ettei muutoksesta aiheudu haitallisia vaikutuksia eläinten hyvinvoinnille. Tutkimalla tarvittavan valkuaisen laatua voidaan rehuun lisätä puuttuvia aminohappoja, jolloin valkuaista ei tarvitse syöttää ylimäärin.

Englantilaisessa tutkimuksessa vähäproteiinisella ruokinnalla olevien karjujen lannan hajupäästöt alenivat 50 %. Emakkopuolella vähäproteiinisella ruokinnalla ei kuitenkaan ollut vaikutusta hajunmuodostukseen. (Hobbs et al. 1998).



Rehuun on lähinnä koeluontoisesti lisätty lisäaineita hajumuodostuksen vähentämiseksi. Erityisesti Hollannissa aihetta on tutkittu, ensisijaisesti lisäaineiden ammoniakkia vähentävän vaikutuksen takia.  $\text{CaCO}_3$ -vapaalla, orgaanisia happoja sisältävällä ruokinnalla hajumuodostus sikalassa väheni 33 %. Korvaamalla rehun sisältämä kalsiumkarbonaatti kalsiumkloridilla voidaan alentaa muodostuvan lannan pH:ta ja sitä kautta ammoniakki- ja mahdollisesti hajupäästöjä. Kuivamuonan kalsiumformiaattilisäyksellä taas lihasiat pystyvät paremmin hyödyntämään rehun ravinteita ja lannantuotanto on vastaavasti vähäisempää (Landsudvalget for Svin 2001). Orgaanisista hapoista mm. bentsoehapon on todettu vähentävän sekä sikaloiden haju- että ammoniakkipitoisuuksia (AgriHolland 2000b).

Tutkittavana on myös vähärikkistä proteiinia ja mineraaleja sisältävän rehun käyttö ja jukkapalmu-uutteen (sarsaponin) lisäys rehuun hajujen vähentämiseksi. Rehun sulavuutta voidaan parantaa rehun entsyymilisäyksellä. Sulavuuden parantuuksessa lantaa ja virtsaa syntyy vähemmän, ja samalla porsaiden kasvu ja rehuhyötysuhde paranevat.

Automaattiruokkijoilla voidaan jakaa rehut pieninä annoksina useita kertoja päivässä, jolloin parannetaan rehun ravinteiden hyväksikäyttöä. Useat ruokintakerrat tyydyttävät syömiseen liittyvät käyttäytymistarpeet, ja samalla ruuansulatus toimii parhaalla mahdollisella tavalla. Hollantilaisen tutkimuksen mukaan haju väheni 55 % automaattisen kolmivaiheisen ruokintajärjestelmän ansiosta (Verdoes & Ogink 1997).

## **8.4 Lannan käsittely ja varastointi**

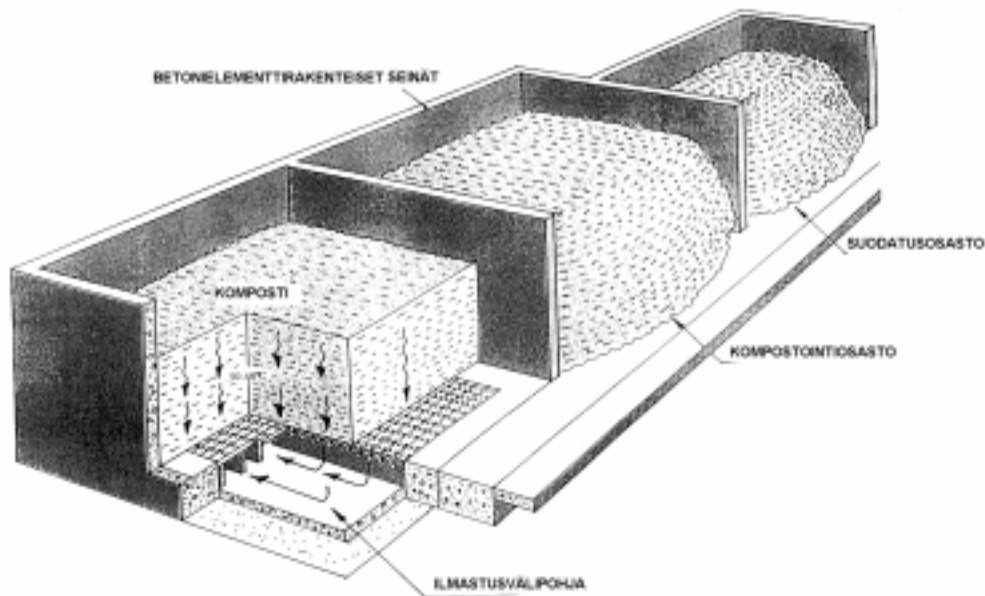
Eläintuotannossa käytössä olevat lantajärjestelmät jaetaan kuivalantamenetelmiin ja lietelantamenetelmiin. Kuivalantamenetelmää pidetään yleensä vähähajuisempana. Merkittävä ero syntyy erityisesti lannan levityksessä. Lietelantaan verrattuna kuivalannan levitys on todettu aiheuttavan huomattavasti vähemmän haittaa ympäristössä kuin lietelannan levitys (Mänttälä et al. 2001).

### **8.4.1 Kuivalannan käsittely ja varastointi**

Kuivalantamenetelmiä, joita yleensä pidetään vähähajuisempina, on kahta tyyppiä: virtsasäilömenetelmä ja kuivikemenetelmä. Ensin mainitussa virtsa kerätään erilliseen virtsasäiliöön ja lanta ja virtsa kuljetetaan pellolle toisistaan erillään. Kuiviketta käytetään eläinten puhtauden takia. Kuivikemenetelmässä virtsa imeytetään kokonaan kuivikkeisiin, jolloin tuotetaan vain yhtä lajia lantaa. Kiinteän lannan varastoinnissa lantalassa, aumassa tai kompostoinnissa lanta suositellaan peitettäväksi hajujen vähentämiseksi. Rahkaturvetta käytetään yleisesti peittomateriaalina. Turve sitoo tehokkaasti sekä haihtuvan ammoniakkin että lannasta emittoituvat hajuyhdisteet. Muita suositeltavia katemateriaaleja ovat sahanpuru, hake, muovi tai muu tiivis peite. Olki sen sijaan ei ole yhtä hyvä katemateriaali, koska se estää luonnollisen kuoren muodostumisen lannan pinnalle. Kuori estää myös kaasumaisten yhdisteiden haihtumista.

Kiinteä lanta voidaan kompostoida hallitusti aumoissa tai rummussa, jolloin lannan tilavuus pienenee ja lanta stabiloituu. Yleisimmin kuivikelanta kompostoidaan kasoissa tai aumoissa, joita käännetään tasaisin väliajoin ylläpitämään kasoissa hapellisia olosuhteita. Tarkoituksella kompostoitavan kuivalannan määrä on Suomessa melko pieni, mutta käytännössä huomattava osa kaikesta kuiva-

lannasta kompostoituu ainakin jossain määrin varastoissa ja aumoissa (Mikkola et al. 2002). Kuvassa 12 esitetään suomalainen kolmivaiheinen lannan aumakompostointijärjestelmä. Kukin osasto täytetään vuorollaan kompostoitavalla massalla, ja ilma imetään puhaltimella kahden tuoreimman kompostoitavan massan läpi. Kompostista pois imetty haiseva ilma puhalletaan edelleen välipohjan läpi yläpuolella olevan vanhemman kompostimassan läpi, jossa ilmastusilma puhdistuu. Kompostimassa toimii täten eräänlaisena biosuotimena (Saarento 1998).



Kuva 12. Lannan kompostointijärjestelmä.

#### 8.4.2 Lietelantalat

Suuret sikalayksiköt toimivat yleensä kustannussyistä liotelantajärjestelminä. Suurin osa Suomen liotelantasäiliöistä on osittain maan alla olevia valumalla täytettyjä avosäiliöitä; lisäksi on maanpäällisiä pumpppaamalla täytettäviä säiliöitä (Mikkola et al. 2002). Sianlietesäiliöt ovat naudanlietesäiliöihin verrattuna suurempia hajulähteitä; de Boden (1991) arvion mukaan sianlietteen hajupäästö on noin kaksinkertainen naudanlietteeseen verrattuna. Lietteen hajupäästöt vähennetään kattamalla lietevarastot soveltuvalla materiaalilla tai käsittelemällä liete esim. ilmastuksella tai mädättämällä. Lietteen mekaanisen erottelun vaikutuksesta eläintuotannon hajupäästöihin ei löydetty tutkittua tietoa.

##### **Lietelantasäiliöt**

Hajun minimoimiseksi lietettä ei pidä sekoittaa kuin tyhjennyksen yhteydessä lietteen homogenisoimiseksi. Talvella lietteen pinta jäätyy, ja jääkerros muodostaa hajuesteen lantasäiliön päälle. Sekoittamattoman naudanlietteen päälle muodostuu lisäksi ajan mittaan luonnollinen hajupäästöä vähentävä kuori. Sian liotelantan päälle ei sen sijaan muodostu kuorta, koska lanta painuu lietealtaan pohjalle (Kemppainen 1989).

Edellä mainitut luonnolliset hajuesteet eivät yleensä ole riittäviä hajuhaitan ehkäisemiseksi, vaan nykyisen suosituksen mukaan lantalat suositellaan katettavaksi. Suomalaisessa suursikaloiden hajuhaittaa koskevassa tutkimuksessa todet-

tiin avonaisten lietesäiliöiden tarvittavien suojaetäisyyksien olevan keskimäärin 300-400 m, kun betonikatteella katetun lietalantasäiliön tarvittava suojaetäisyys oli vastaavasti 100-150 m (Vaasan lääninhallitus 1996).

Säiliöt voidaan varustaa kiinteällä katolla tai edullisemmalla kelluvalla katteella. Kelluvina katteina käytetään kevytsoraa, olkea, turvetta ja erilaisia muovista valmistettuja rakeita sekä peitteitä ja kalvoja. Muovirakeet ovat edullisia käyttää, mutta muovit ovat kuitenkin herkkiä tuulelle ja saattavat lentää tuulella pois säiliöistä. Luonnollisen katemateriaalin, lähinnä oljen ja turpeen, etuna taas on se, että siitä ei muodostu uutta jäteongelmaa. Luonnollisen katemateriaalin käytössä tulee huomioda se, että sen hajua vähentävä teho laskee ajan mukaan, kun materiaali itse hajoaa kosteissa olosuhteissa ja/tai painuu säiliön pohjalle. Kanadalaisessa tutkimuksessa esim. olkipiitteen hajua vähentävä teho laski 97 %:sta 0 %:iin viidessä kuukaudessa (Hudson et al. 2000).

Kiinteät katot estävät hajun emittoitumisen kelluvia katteita varmemmin (Hendriks et al. 2001a). Myös kelluvilla katemateriaaleilla on saavutettu tehokkaita, 80-90 %:n hajureduktioita (Hörnig et al. 1999, Hudson et al. 2000). Taulukossa 13 on hollantilainen arvio katteiden vuosikustannuksista.

Taulukko 13. Lietesäiliön katejärjestelmien vuosittaiset kustannukset (eur) (CLRTAP 1996, ref Hendriks et al. 2001a).

	425 m <sup>3</sup> :n säiliö	1 025 m <sup>3</sup> :n säiliö
Kiinteä katto	1 500 - 1 900	2 000 - 3 400
Kelluva muovikalvot	890 - 1 200	1 400 - 2 000
Olkikate	400 - 600	600 - 1 000

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus vertaili 1990-luvulla eri katemateriaalien vaikutusta ammoniakkin haihtumiseen (Kapuinen & Karhunen 1996). Kirjallisuuskatsauksen tuloksia voidaan käyttää varovaisena arviona siitä, miten hyvin eri materiaalit estävät hajuyhdisteiden haihtumista lietesäiliöistä (taulukko 14).

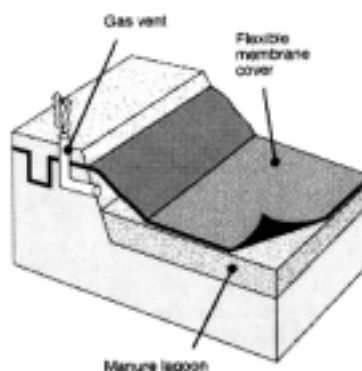
Taulukko 14. Kateaineiden vaikutus ammoniakkin haihtumiseen (Kapuinen ja Karhusen 1996 mukaan).

Kate	Ammoniakin haihtumisen pieneneminen, %
Telttakangas	90 %
Turve	82-92 %
Kelluva kalvo	70-90 %
Rapsiöljy	72-92 %
Olkisilppu	43-71 %
Lecasora	47-90 %

Taulukossa 15 on yhteenveto kirjallisuudessa esitetyistä tuloksista eri katemateriaalien vaikutuksesta hajuyhdisteiden haihtumisen pienenemiseen.

Taulukko 15. Lannan kattamisen vaikutus hajun vähenemiseen (Hendriksin et al. 2001a mukaan).

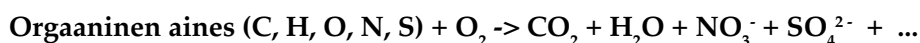
Kattamismenetelmä	Hajureduktio, %	Huom.
Telttakangas	15 - 72 % Hajua ei havaittavissa 1 m etäisyydeltä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitä tiiviimpi kangasmateriaali, sen tehokkaampi hajunpoisto.</li> <li>• Suljetut rakenteet edellyttävät jonkinlaisen ilmastusjärjestelmän estämään räjähdysalttiin metaanin ja muiden komponenttien konsentroitumisen kankaan alle (kuva 13).</li> </ul>
Aaltolevy	15 - 50 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kangasta vähemmän tiivis materiaali.</li> </ul>
Kelluva kalvo	0 - 43 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuuliarka, käyttö mahdollisesti ongelmallista, jos lietteen pinnan korkeus vaihtelee paljon.</li> </ul>
Styrox-kalvo	10 - 40 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuuliarka.</li> </ul>
Olkisilppu	90 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luonnonmateriaalit alussa tehokkaampia.</li> </ul>
Maissisilppu	66 - 90 %	
Leca-sora	90 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leca-sora painuu pohjaan ajan mukaan.</li> </ul>
Jaksottaisella ilmastuksella	90 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelluvilla katteilla runsaat sateet aiheuttavat ongelmia.</li> </ul>
aikaansaatu vaahtokerros		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaahdotusmenetelmä edullinen, menetelmän kehitys vielä kesken.</li> </ul>



Kuva 13. Lietesäiliön kattaminen kankaalla tai kalvolla. Lietteen pinnalta haihtuvat yhdisteet voidaan johtaa edelleen esim. biosuotimeen.

### Lietteen ilmastus

Ilmastus lieventää sinänsä lietteen epämiellyttävää hajua ja parantaa sen käsitteilyominaisuuksia. Kuten kompostoinnissa, haisevat yhdisteet hapettuvat hajuttomiksi tuotteiksi, kuten hiilidioksidiksi, vedeksi, nitraatiksi tai sulfaatiksi:



Liete hygienisoituu, eikä ilmastettu liete ole samalla tavoin haitallista maan pieneliöille ja kasvien juurille kuin tuore liete. Ilmastus parantaa myös lietteen soveltuvuutta nurmiviljelyyn (Mikkola et al. 2002).

Ilmastus aiheuttaa sinänsä jonkin verran hajuhaittaa, joka lienee kuitenkin melko vähäistä verrattuna ilmastamattoman lietteen haittaan. Hendriksin ja muiden arvion mukaan (2001a) ilmastetun lietteen varastoinnin hajupäästöt ovat 50-75 % pienemmät kuin ilmastamattoman lietteen. Suuri hyöty saavutetaan myös lietteen levityksessä, jossa voidaan saavuttaa samantasoinen hajun vähennys. Debruyckeren ja muiden kenttätutkimuksessa (1993) todettiin ilmastuksen poistaneen lietteen varastoinnin ja levityksen aiheuttaman hajunhaitan melkein kokonaan. Ilmastuksen kustannukset ovat kuitenkin melko korkeat. MTT:n selvityksen mukaan ilmastuksen kokonaiskustannukset ovat varastosäiliössä tehtynä 0,72 eur/m<sup>3</sup> ja erillisessä säiliössä tehtynä 2,74 eur/m<sup>3</sup> (Mikkola et al. 2002).

### Lietteen anaerobinen käsittely

Lietelannan anaerobisella käsittelyllä eli mädätyksellä saavutetaan ilmastuksen kaltaisia vaikutuksia. Orgaanisen aineksen hajotessa liete homogenisoituu ja tulee juoksevammaksi. Menetelmä vaatii suurehkoja laitteistoinvestointeja, joten sen

käyttö lieenee taloudellisesti realistista vain suurissa kotieläinyksiköissä tai yhteis-  
laitoksissa, joissa voidaan käsitellä usean tilan lietteitä ja muita biologisia jätteitä.  
Mädätysprosessissa syntyvän metaanin myötä saatavan lämmön ja sähkön avulla  
voidaan myös saavuttaa energiakustannussäästöjä. Suomessa kiinnostus anaero-  
bitekniikkaan on kasvanut viime vuosina ja anaerobista käsittelyä on kokeiltu 2-3  
maatilalla.

Mädättämön vaikutuksesta eläinsuojan kokonaishajupäästötasoon ei ole tut-  
kittua tietoa. Ajamalla tuotannossa syntyvät lietteet suhteellisen suoraan bioreak-  
toriin poistetaan ainakin lietteen varastoinnin mahdollisesti aiheuttama haitta.  
Lisäksi lannan levityksessä mädätyksen on todettu vähentävän hajupäästöjä 70-  
80 % (taulukko 16).

### **Mekaaninen erottelu**

Separoinnissa erotetaan lietteen sisältämä neste ja kuiva-aine mekaanisella lait-  
teella. Erottamisen jälkeen neste voidaan ajaa tai sadettaa pellolle ja kuiva osa kom-  
postoidaan. Jäätymisen estämiseksi laitteiston ja varastojen asennuspaikan läm-  
pötilan tulee olla 0°:n yläpuolella. Naudanlietteen mekaaninen erottelu on yleen-  
sä tehokkaampaa kuin sian lietteen, koska naudan liete on rakeisempaa (Mikkola  
et al. 2002).

Pääosa lannan hajuyhdisteiden esiasteesta, orgaaninen aines ja ravinteet, on  
lannan pienissä kiintoainepartikkeleissa. Nestemäisen jakeen mahdollisesti aihe-  
uttama hajuhaitta voidaan täten ehkäistä mahdollisimman tehokkaalla separoin-  
nilla. Zhangin ja Westermannin (1997) mukaan separoinnin erotuskyvyn tulisi ulot-  
tua 0,25 mm:n partikkeleihin asti varmistamaan, että helposti hajoava orgaaninen  
aines on erotettu nestejakeesta. Mitattua tietoa lannan mekaanisen erottelun vai-  
kutuksesta eläintuotannon hajukuormaan ei ollut saatavilla tähän raporttiin (Hen-  
driks et al. 2001a).

### **Lannan levitys**

Lannan levityksen hajuhaittaa vähennetään tehokkaasti erillisellä multauslaitteella,  
joka sijoittaa lannan suoraan sisään maahan. Multauslaitteella toteuttava levitys  
on kuitenkin melko hidasta, kallista ja hankalaa, ja siksi sitä ei käytetä kovin ylei-  
sesti. Hollantilaisen arvion mukaan tarkoilla levitysmenetelmillä voidaan kuiten-  
kin vähentää hajupäästöjä 70-90 % (Vuorela 1999).

Suomessa liete levitetään yleisimmin levityslautasen avulla hajalevityksenä.  
Menetelmä on edullinen mutta melko epätarkka. Tarkempi tulos saadaan letkule-  
vittimillä, jotka levittävät lietteen suoraan maan pintaan. Lanta tulisi mullata maa-  
han mahdollisimman nopeasti levityksen jälkeen. Levitys suoritetaan mieluum-  
min viileällä ja kostealla säällä hajun minimoimiseksi. Lietteän anaerobikäsittelyllä,  
ilmastuksella ja pH-säädöllä on mahdollista vähentää levityksen hajupäästöjä  
(taulukko 16).

Taulukko 16. Eri tavoin käsitellyn lietteen levityksen hajupäästöt (Pain & Misselbrook 1991).

Käsittelymenetelmä	Käsittelemättömän lietteen hajupäästö ou/m <sup>3</sup>	Käsitellyn lietteen hajupäästö, ou/m <sup>3</sup>
Ilmastus	3 300 - 4 500	1 300 - 1 700
Mädätys	600 - 4 000	160 - 650
Hapotus      pH 7,4		1 000
pH 3,6		1 700

## 8.5 Lisäaineet

Lantaan lisättävien lannan ominaisuuksia parantavien aineiden käyttö on ollut lähinnä kokeiluluonteista. Markkinoilla olevat aineet voidaan karkeasti jakaa viiteen ryhmään:

- 1) voimakkaasti tuoksuvat aineet, jotka peittävät lannan hajun
- 2) hajua neutraloivat aineet
- 3) biologiset ja biokemialliset aineet (entsyymejä) jotka biologisesti hajottavat hajuyhdisteet
- 4) adsorbentit, johon hajuyhdisteet sitoutuvat, esim. zeoliitit
- 5) voimakkaat hapetusaineet, jotka pysäyttävät hajua muodostavat biologiset prosessit lannassa.

Hallituissa testiolosuhteissa (laboratoriossa) aineiden on todettu vähentävän esim. lietelannan hajua jopa yli 90 % (Zhu et al. 1997). Aineiden tehokkuudesta käytännössä sikalarakennuksissa ja / tai lantaloissa ei nykytiedon mukaan kuitenkaan ole vakuuttavaa näyttöä.

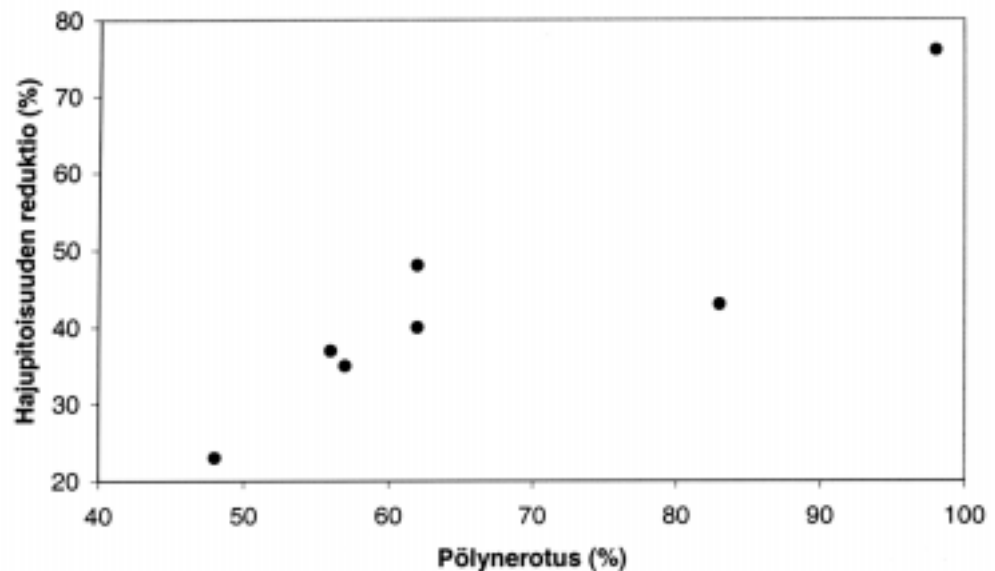
## 8.6 Kotieläinrakennusten poistoilman puhdistus

### 8.6.1 Pölypitoisuuden vähentäminen

Osa hajuyhdisteistä on sitoutunut kotieläinsuojien sisäilmassa oleviin pölypartikkeleihin. Vähentämällä ilman pölypitoisuutta aikaansaadaan samalla vähennys ilman hajupitoisuudessa. Rakennuksen sisällä pölyä voidaan vähentää esim. siirtymällä kuivarehusta nestemäiseen ruokintaan. Kuivarehun rakeistaminen vähentää myös rehun pölyämistä. Pölypitoisuuden vähentämiskeinona on myös kokeiltu öljyn suihkuttamista rakennuksen sisäpinnoille tai lisäämistä kuivarehuun. Öljyllä on siten aikaansaatu hajun 50 %:n väheneminen. Toimenpiteen aiheuttamiksi kustannuksiksi on arvioitu noin 1,5 eur lihasikaa kohti. Kustannuksista 70 % on lisätyön kustannuksia. Menetelmän haittana ovat liukkaat pinnat, liukastumisvaara ja puhtaanapidon vaikeudet (Heber et al. 1999).

Poistoilmasta erotetaan pöly yleensä erilaisilla poistoilmakanavaan asetettavilla suodattimilla. Suodatuslaitteistot edellyttävät yleensä jonkinasteista ylläpitoa toiminnan varmistamiseksi, kuten suodattimien vaihtoa ja puhdistamista. Lisäksi suodattimet saattavat aiheuttaa niin ison vastapaineen, että olemassa olevat ilmastointilaitteet joudutaan vaihtamaan tehokkaampaan koneistoon. Kuvassa 14 on kuvattu sikalan poistoilman pölysuodatuksen vaikutus ilman hajun vähentämiseen.

Pölynpoistolaitteet ovat yleensä teknisesti yksinkertaisempia ja edullisempia puhdistuslaitteita kuin erityisesti hajun poistoon suunnitellut laitteet, kuten biosuodattimet, pesurit yms. Jos kotieläinrakennuksen hajupäästöjä joudutaan puhdistusteknisesti vähentämään, kannattaa arvioida mekaanisen suodatuksen tehokkuutta poistaa myös hajua poistoilmasta.



Kuva 14. Pölyerotuksen vaikutus sikalailman hajupitoisuuteen (Hoff et al. 1997).

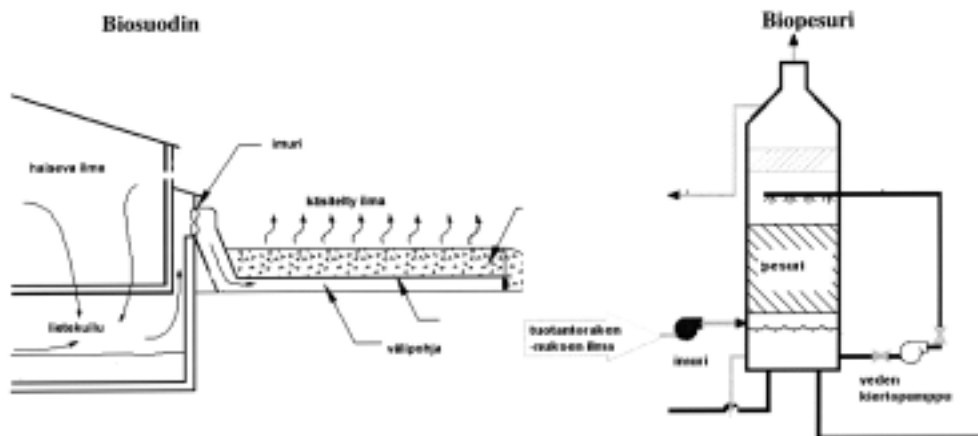
### 8.6.2 Biologiset puhdistusmenetelmät

Biosuodatuksessa haiseva ilma johdetaan eloperäisen suodatinmateriaalin läpi, ja siinä olevat mikrobit hajottavat haisevat yhdisteet hajuttomiin komponentteihin. Suodatusmateriaalina voidaan käyttää esim. paikallisesti saatavaa ainetta, kompostia, turvetta ja puulastuja. Biologisissa kaasunpesureissa käytetään taas harvaa, yleensä muovista suodatinmateriaalia. Kaasun haisevat yhdisteet absorboituvat pesurissa ylhäältä suihkutettavaan pesuveteen. Yhdisteiden hajottamisesta ja pesurissa kiertävän veden regeneroinnista huolehtiva mikrobikasvusto sijaitsee suodatinmateriaalin pinnoilla ja / tai pesuriin muodostuvassa aktiivilietteessä (kuva 15).

Biosuodattimia pidetään biopesureita halvempina ja yksinkertaisempina ratkaisuin. Biosuodattimen luonnollinen täytemateriaali kuluu kuitenkin ajan mukaan; se tiivistyy ja kanavoituu, minkä seurauksena materiaali on uusittava. Varsinkin siipikarjasovelluksissa, joissa puhdistettava ilma sisältää paljon pölyä, puhdistettava ilma on syytä esisuodattaa, ennen kuin se johdetaan varsinaiseen biosuodattimeen.

Sekä biosuodattimella että biologisella kaasunpesurilla voidaan parhaimmillaan vähentää haisevia yhdisteitä 10 %:iin alkuperäisestä määrästä. Suomessa ei ole toistaiseksi käytännön kokemusta kotieläintuotannon poistoilman biologisesta käsittelystä. Ensisijaisesti teollisuuspäästöihin kehitetyt ratkaisut ovat tähän asti olleet kotieläintuottajille liian kalliita ratkaisuja. Keski-Euroopassa biologisia kaasunpuhdistusmenetelmiä on otettu jonkin verran käyttöön, vaikka ne ovat sielläkin hyvin harvinaisia. Näissä tapauksissa hajupäästöongelmiin mm. tiheän asutuksen vuoksi ei löydetty muuta tyydyttävää ratkaisua.

Yhdysvalloissa Minnesotan yliopiston demonstraatiohankkeessa kehitettiin eläinsuojien hajupoistoon taloudellisia biosuodatusratkaisuja. Hankkeessa rakennettiin kompostista ja tarhapavun oljesta suodatinpatja, joka puhdisti 700 emakon porsitusrakennuksen haisevan poistoilman yli 90-prosenttisesti. Suodattimen periaatekuva on kuvan 15 mukainen. Kaasunpuhdistusjärjestelmän kustannukset arvioitiin noin 0,25 sentiksi porsasta kohti laskettuna. Tutkimuksessa todettiin suodatuksen toimivan hyvin talvella, mutta suuremmat ilmamäärät kesäisin oli-



Kuva 15. Biologiset kaasunpuhdistusmenetelmät.

sivat vaatineet isomman järjestelmän varmistamaan riittävän pitkän viipymääjan suodattimessa (Koelsch 1999).

### 8.6.3 Fysikaalis-kemialliset puhdistuslaitteistot

Suomessa on markkinoilla sisäilman puhdistukseen suunniteltuja laitteita, joita on kokeiltu myös eläinsuojien poistoilman puhdistukseen. Laitteet perustuvat otsonin hapettavaan tehoon tai aktiivihiiლისuodattamiseen tai ne ovat eri menetelmien yhdistelmiä.

Kaasunsuodattimien tehokkuutta karjasuojien poistoilman puhdistamisessa haittaavat suuri kosteus- ja pölypitoisuus. Suodattimet menevät helposti tukkoon ja kosteus vähentää laitteiden hajuyhdisteiden pidätyskykyä.

Otsonigeneraattoreita käytetään hajunpoistomenetelmänä mm. jäteveden-pumppaamoilla ja kompostointilaitoksilla. Menetelmää on markkinoitu myös eläinsuojien hajunpoistoon sekä Suomessa että muualla Euroopassa. Esimerkiksi Tanskan sikalanpitäjien etujärjestö pitää otsonointia biopesun rinnalla käyttökelpoisena hajunpoistomenetelmänä (Landsudvalget för Svin, 2001). Laitteistoilla voidaan saavuttaa 90-95 %:n hajun vähenemä (Vuorela 1999). Eläinsuojissa ongelmana voivat olla suuret poistoilmamäärät, jolloin viipymäaika tarjolla olevissa, alun perin suhteelliseen vähäpölyisen sisäilman puhdistamiseen suunnitelluissa laitteistoissa ei välttämättä aina ole riittävä. Vaarana on, että laitteiston hajunpoistoteho laskee lyhyen käyttöajan jälkeen.

Kaikki kaasunpuhdistusratkaisut edellyttävät koneellista ilmanvaihtoa, ja toimiakseen kunnolla ne yleensä vaativat säännöllistä kunnossapitoa. Kaasunpuhdistustekniikoiden hankintakustannukset ovat etenkin pienemmille tiloille suhteelliset korkeat. Lisäksi laitteistot edellyttävät suurta puhallustehoa, jolloin suodatusmenetelmän käyttöönotto merkitsee usein investointia myös suurempiin puhaltimiin.



# 9

## Yhteenveto ja johtopäätökset

Eläintuotannon hajupäästöihin liittyvä ohjeistus ja määräykset tulevat todennäköisesti muuttumaan monessa maassa lähivuosina. Ihmisten suvaitsevaisuus kotiympäristössään esiintyvään hajuun on laskenut. Hajun mittaukseen liittyvä tekninen kehitys (elektroniset nenät), olfaktometrinen määrittäminen (hajun miellyttävyysasteen ja voimakkuuden mittaaminen, kenttähavainnointimenetelmät, hajun leviämislaskelmat) tuovat uusia mahdollisuuksia ohjeistaa ja seurata eri lähteiden hajupäästöjä, hajukuormaa ja hajuhaittaa. Hajumittauksessa tilastollisesti luotettavan tuloksen aikaansaaminen edellyttää kuitenkin melkein poikkeuksetta melko mittavan tiedon keräämistä, jonka johdosta mittausten kustannukset ovat korkeat.

### *Hajun ja viihtyisyyshaitan yhteys*

Edelleen suurimpia haasteita ovat hajuhaitan objektiivinen mittaaminen ja merkittävän viihtyisyyshaitan määrittäminen. Viihtyisyyshaitan turvarajana pidetään hollantilaisten tutkimusten mukaan 10 %:n asukasosuutta, joka kokee hajun häiritseväksi. Merkittävän viihtyisyyshaitan rajana taas pidetään 25-50 % asukasosuutta.

Kotieläintuotannon hajun haittavaikutuksesta on tehty 3-5 laajempaa eurooppalaista tutkimusta 1980- ja 1990-luvuilla. Näiden tutkimusten mukaan hajun 3-5 %:n esiintymistiheys aiheuttaa ympäristön asukkaiden keskuudessa selvää viihtyisyyshaittaa. Vastaavasti turvallisena hajukuorman rajana pidetään 2 %:n esiintymistiheyttä. Tulokset ovat yhdenmukaisia suomalaisen väestökyselyn kanssa, joka tosin käsitteli erilaisia hajulähteitä. Tutkimuksen mukaan selvän hajun 3-10 %:n esiintymistiheys johtaa merkittävään hajuhaittaan. Alaraja (3 %) koskee hyvin epämiellyttäviä hajupäästöjä ja yläraja vastaavasti hajuja, joiden miellyttävyysaste on vaihtelevampi (Arnold 1995). Aasukkaat, joilla ei ole yhteyttä hajulähteeseen (työpaikkaa, sukulaisia), kokevat eläintuotannon hajun häiritsevämmäksi kuin hajulähteen sidosryhmät. Hollannissa on toisaalta osoitettu, ettei eläintuotannon ympäristön laatu merkittävästi vaikuta asukkaiden suhtautumiseen hajuun. Haju koettiin melkein yhtä häiritseväksi virkistysalueella kuin maatalousalueilla.

### *Hajun terveys- ja sosiaaliset vaikutukset*

Haju ei suoraan aiheuta terveydellistä haittaa. Tutkimukset osoittavat kuitenkin, että esim. sikalahajulla voi olla merkittävä vaikutus ihmisten mielialaan ja se vaikuttaa stressitekijänä epäsuorasti ihmisten terveyteen. Korkean hajupitoisuuden eläinsuojan sisällä on myös todettu haittaavan eläinten kasvua ja altistavan eläimiä sairauksille.

Yhdyskuntailman hajut aiheuttavat myös sosiaalisia ja taloudellisia haittoja. Ulkoiluharrastukset ja ihmisten väliset kontaktit ovat vähentyneet haisevilla alueilla. Näillä alueilla sijaitsevien kiinteistöjen markkinoitavuus on huonontunut.

### **Hajun ohjeistusmallit**

Hajun ohjeisto voi perustua seuraaviin parametreihin:

1. Vähimmäisetäisyyden määrittäminen hajulähteen ja asutusten tms. herkän kohteen välillä.
2. Raja-arvo kemiallisten yhdisteiden pitoisuudelle ulkoilmassa (esim. rikkivety).
3. Raja-arvo hajun esiintymiselle (prosentteina kokonaisajasta).
4. Raja-arvo viihtyisyyshaitalle (asukasosuus, joka kokee hajun häiritseväksi) tai "häiritseväälle" hajun esiintymiselle ( $ou/m^3$ ,  $C_{xx}$ ).
5. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT:n) käyttöönotto.

Suojaetäisyyden määrittäminen on kotieläintuotannossa eniten käytetty tapa estää viihtyisyyshaittaa. Myös Suomen ympäristöministeriö laati keväällä 2001 ehdotuksen kotieläintuotannon suojaetäisyyksistä.

### **Käytössä olevat ohjeistusmallit**

Suurimmassa osassa Euroopan maita on vain yleisiä ohjeita hajun esiintymiselle ja kotieläinyksiköiden sijoittumiselle asutuksen suhteen. Virallisia ohjeita eläintuotantoyksiköiden ympäristön suojavyöhykkeiden leveyden arvioimiseksi hajuhaitan ehkäisemiseksi on annettu viidessä Euroopan maassa, Kanadan osavaltiossa ja Australiassa. Nämä ohjeet on laadittu samantyyppisten kaavojen mukaan: vähimmäisetäisyys asutukseen arvioidaan eläinmäärän funktiona ottaen huomioon kyseessä olevan eläinlajin hajupäästöpotentiaali ja ympäröivän alueen maankäyttö. Kehittyneemmissä menettelytavoissa arvioon on lisätty myös sikalarakennuksen ilmanvaihto- ja lannankäsittelytekniikka, ruokintatavat, ympäröivä maasto jne. Tyypillisesti etäisyyskaava on logaritminen funktio. Funktion tekijät ovat empiirisiä eivätkä perustu kattavasti tutkittuun tietoon. Vähimmäisetäisyys voidaan alittaa, jos leviämislaskelmin tai muilla menetelmillä voidaan osoittaa, ettei kyseessä oleva sikala tule aiheuttamaan hajuhaittaa kriittisillä asutusalueilla. Eri Euroopan maiden ohjeet on laadittu arvioimaan suojaetäisyys sikaloiden lisäksi myös muille eläintuotantoyksiköille. Näiden tuotantoyksiköiden kohdalla (esim. navetoiden, hevostallien) arviointiperusteet ovat erittäin puutteelliset.

Liitteessä 7 on esimerkinomaisesti laskettu saman sikalan edellyttämä suojaetäisyys viiden eri maan ohjeiden mukaan. Liitteiden 7 ja 3 vertailut osoittavat selvästi, että eri maiden ohjeet ovat erilaisia, ei vain sisällöltään, vaan myös lopputulokseltaan. Suurtuotannollisissa Keski-Euroopan maissa pienempien eläintuotantoyksiköiden ohjeelliset vähimmäisetäisyydet ovat melko lyhyet. Isoja tuotantoyksiköitä koskevat eri maiden ohjeet ovat keskimäärin paremmin linjassa. Eriävät tulokset johtuvat lähinnä sitä, miten eri tuotantojärjestelmät ja ympäristö huomioidaan laskentaperusteissa.

Kyseisissä maissa kasvavat paineet kaavoittaa asuinrakennuksia entisille maatalousalueille ja maatilojen laajenemispyrkimykset ovat aiheuttaneet huomattavia ristiriitatilanteita, minkä johdosta on syntynyt selkeä tarve saada tieteellinen pohja empiirisiin tekijöihin perustuville vähimmäisetäisyysarvioinneille. Erityyppisten sikaloiden hajupäästöjä ollaan määrittämässä olfaktometrisin menetelmin, ja tutkimusten kohteina ovat mm. perinteiset ja uudet ns. matalapäästöiset sikalarakennukset, eri eläinlajit sekä lannan varastointi. Tutkimuksia hankaloittaa mm. eläinsuojien hajupäästöjen suuri vaihtelevuus. Esimerkiksi raportoidut sikapaikkakohtaiset hajupäästöarvot ovat 11-498  $ou/m^3$ .

Eläintuotantoyksiköiden kasvaessa hajun ohjeistustarve on tullut ajankohtaiseksi myös sellaisissa maissa, joissa maatalous ei perinteisesti ole aiheuttanut kansallisesti merkittäviä hajuongelmia. Tämän seurauksena mm. Yhdysvaltojen, Belgian ja Irlannin ympäristöviranomaiset ovat aloittaneet tutkimusohjelmia ha-

juohjeiston perusteiden selvittämiseksi. Irlannissa hajuohje-esitys poikkeaa Länsi-Euroopan kotieläintuotantointensiivisten maiden menettelytavoista: ohje-ehdotus perustuu suoraan eläinsuojien aiheuttamaan hajukuormaan eikä vähimmäis-  
etäisyyksiin. Uusi tutkimustieto sikaloitten hajupäästöistä ja kehittyneet hajun  
määritysmenetelmät ja mallilaskelmat antavatkin tähän mahdollisuuden, mutta  
menettely on suojaetäisyysperiaatetta raskaampi. Hajun esiintymiseen perustu-  
vat ohjeet edellyttävät mittaustietoa ohjeen noudattamisen varmistamiseksi.

Eläintuotannon hajuyhdisteiden muodostumiseen ja haihtumiseen vaikutta-  
vat lukuisat tekijät: eläintyyppi ja lukumäärä, rehun laatu, hajua emittoivan pin-  
ta-alan suuruus, lämpötila, ilmastointi, karsinoiden rakenne ja lannan varastointi.  
Hajupäästön päivittäiset ja kausittaiset vaihtelut samassakin sikalassa ovat suu-  
ret, mihin vaikuttavat mm. tuotantoeläinten kasvatusvaihe ja ulkoinen lämpötila.  
Kirjallisuudessa esitetyt mittausarvot vaihtelevat suuresti. Erityisesti olfaktomet-  
riset mittausmenetelmät ovat kehittyneet merkittävästi, ja siksi yli kymmenen  
vuotta vanhojen mittausarvojen vertailukelpoisuuteen on syytä suhtautua suu-  
rella varauksella.

Hajun ohjeistuksen tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen sekä helposti  
ja taloudellisesti sovellettavissa. Viihtyisyyshaitta on kuitenkin lukuisista hyvin  
monitahoisista tekijöistä koostuva suure, ja mahdollisuudet vaikuttaa haitan eh-  
käisemiseen ovat monenlaiset. Tavoite on selvä: asukkaiden viihtyisyyshaitan vä-  
hentäminen tai ehkäiseminen. Tuotannonharjoittajan kannalta on kyse myös tuo-  
tantotoiminnan laajentamisedellytysten selvittämisestä mahdollisimman hyvissä  
ajoin.

Suojaetäisyyksien asettaminen on käytännön kannalta yksinkertaisin tapa  
hallita kotieläintuotannon aiheuttamaa viihtyisyyshaittaa. Yksinään se on kuiten-  
kin melko jäykkä tapa hallita maatalouden ilmansuojelua, eikä menettelyllä ole  
suoraa päästöjä vähentävää vaikutusta. ”Oikean” suojaetäisyyden määrittäminen  
voidaan tehdä ainoastaan kattavilla mittauksilla. Käytännössä ohjeellisen käyräs-  
tön mukaan määritetty etäisyys tulee aina olemaan enemmän tai vähemmän tark-  
ka hajun leviämisen approksimaatio. Yhdistämällä suomalaista mittaustietoa ha-  
jun leviämisestä ja hajun aiheuttamasta haitasta muualla jo tehtyihin tutkimuk-  
siin, on mahdollista saada melko hyvä kuva erikokoisten tuotantojärjestelmien  
edellyttämistä suojaetäisyyksistä. Suomen eläintuotanto-olosuhteet poikkeavat  
edelleen jonkin verran keski-eurooppalaisista järjestelmistä. Suomalaiset tuotan-  
toyksiköt lienevät keskimäärin edelleen pienempiä. Rakennusten ilmanvaihtoon  
ja eristykseen asetetaan Suomessa kylmemmän ilmaston takia eri vaatimukset kuin  
eteläisemmissä maissa. Liitteessä 8 on vertailuksi esitetty keski-eurooppalaiselle  
sikalarakennukselle tyypillisiä ilmanvaihto- ym. suunnitteluarvoja, joita on käy-  
tetty esim. Itävallan suojaetäisyystutkimusten perustietoina.

Suojaetäisyysperiaatetta voidaan yhdistää parhaan käytettävissä olevan tek-  
niikan soveltamisen kanssa. Hajun vähentämistekniikoista on vasta viime vuosi-  
na alettu koota kattavia selvityksiä, ja monen tuotantovaiheen tai järjestelmän  
vaikutuksesta hajun muodostukseen ja / tai haihtumiseen on vain puutteellista tie-  
toa.

### ***Hajuhaitan vähentäminen***

Ihmisen hajuaistin herkkyys ja kotieläintuotannon päästöille tyypilliset hyvin al-  
haisen hajukynnyksen omaavat komponentit tekevät hajuhaitan torjunnan vai-  
keaksi. Hajua vähentävien toimien tulisi lisäksi olla mahdollisimman taloudelli-  
sia. Kotieläinyksiköt ovat tyypillisesti pieniä yrityksiä, joilla ei ole taloudellisesti  
mahdollisuutta suuriin ympäristöinvestointeihin.

Eläinsuojien poistoilmaa voidaan periaatteessa käsitellä erilaisilla suodattimilla tai pesureilla. Menetelmistä on hyvin vähän käyttökokemusta Suomessa, ja kotieläintuotannossa kaasunpuhdistus on melko harvinaista myös muualla. Soveltuvimmat tekniikat ovat biosuodatus, biopesu ja otsonointi. Eläintuotantorakennusten poistoilman hajua voidaan merkittävästi vähentää myös pölysuodattimella. Pölynpoisto on yleensä kaasumaisten yhdisteiden poistoon verrattuna teknisesti yksinkertaisempaa ja taloudellisempaa. Puhdistustekniikan valinnassa tulee varmistaa tarjolla olevien laitteiden kapasiteetti, oikea mitoitus ja laitteiden pitkäaikaiskestävyys sekä kyky käsitellä pölypitoista ilmaa. Hajunpoistolaitteet puolestaan aiheuttavat vastapainetta, jonka seurauksena joudutaan käyttämään nykyistä tehokkaampia ilmanvaihtolaitteita.

Haiseva ilma laimenee tehokkaammin, jos rakennuksen poistokohdat sijaitsevat katolla eivätkä seinissä. Poistoilman päästökorkeuden korottamisen on tutkimuksissa kuitenkin todettu vaikuttavan lähinnä rakennuksen välittömän lähiympäristön ilmanlaatuun. Kauempana, > 100 m:n päässä hajulähteestä päästökorkeuden korottamisella on melko vähän vaikutusta haisevan ilman laimenemiseen.

Tuotantoteknisillä keinoilla vähennetään hajua tehokkaasti ja useimmiten taloudellisemmin kuin ulkoisin keinoin. Hajun vähentämisen periaatteena on tällöin ensisijaisesti estää lannan hajuyhdisteitä pääsemästä ilmaan tai minimoida syntyvän lannan määrää poistamalla lannan hajuyhdisteet lannasta sopivalla käsittelyllä, esim. ilmastuksella. Tehokkaalla puhtaanapidolla sekä erilaisilla rakennjärjestelmillä vähennetään melko pienillä kustannuksilla hajun muodostusta. Erilaiset lannanpoisto-, karsina- ja ruokintajärjestelmät sekä ilmanvaihtoratkaisut vaikuttavat hajun muodostukseen. Monet eläinten hyvinvointia parantavat toimet vaikuttavat myös hajunmuodostukseen. Tällaisia esimerkkejä ovat osarakolattioiden rakojen osuuden pienentäminen, olki- tai purupohjat sekä useat ruokintakerrat. Kuivikemateriaaleista turve sitoo hyvin sekä haihtuvat hajuyhdisteet että ammoniakkin. Turvemateriaalin kehittäminen vähemmän pölyäväksi parantaisi sen käyttömahdollisuuksia kuivike- ja purupohjamateriaalina.

Rehun typpi- ja erityisesti aminohappovalinnalla vaikutetaan sekä lannan että lannan hajuyhdisteiden muodostuksen määrään. Sekä kuiva- että lietelantavarastot suositellaan katettavaksi. Nykyisissä tuotantoyksiköille myönnettyissä ympäristöluvuissa edellytetäänkin melkein poikkeuksetta sekä varastoitavan kuivalannan että lietelantasäiliöiden kattamista. Kiinteät katteet ovat toimintavarmimpia, mutta myös kelluvat katemateriaalit on todettu tehokkaiksi. Kelluvien katteiden käytössä tulee varmistaa, että peittävä kerros on riittävän paksu ja ettei tuuli pääse puhaltamaan katemateriaalia pois lietteen pinnalta. Jos käytetään luonnollista katemateriaalia, sitä tulee lisätä säiliöön riittävän usein. Myös lannan käsittelyllä, esim. ilmastuksella, mädätyksellä tai kompostoinnilla, voidaan vähentää kotieläintuotannon hajupäästöjä ja erityisesti lannan levityksen aiheuttamaa hajuhaittaa.

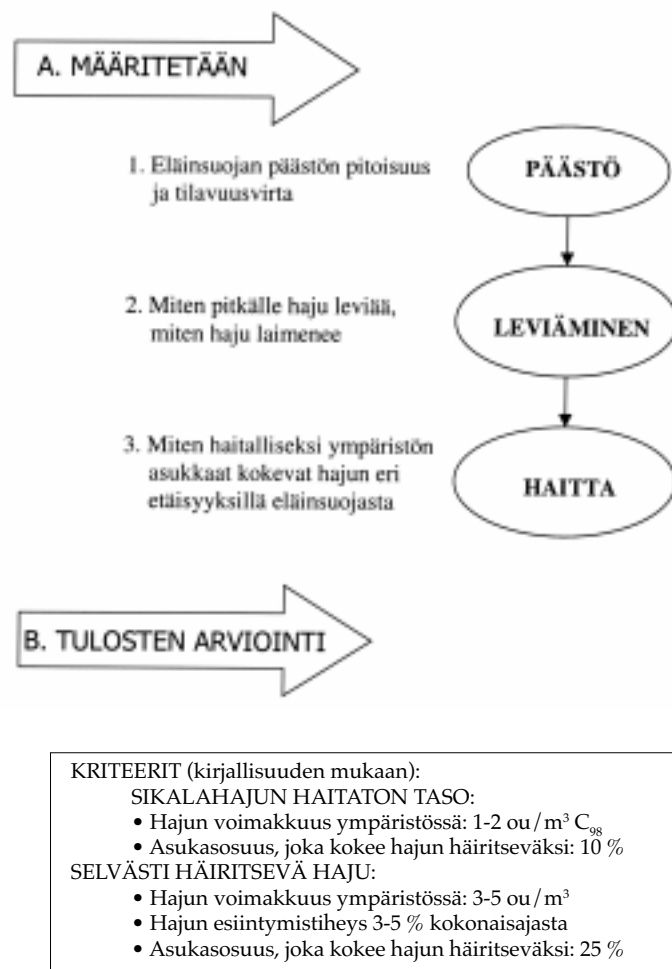
Sikaloissa tehokas ilmanvaihto johtaa kasvavaan hajupäästöön. Ympäristön hajun minimoimiseksi tulisi ilmanvaihto säätää mahdollisimman pieneen, eläinten hyvinvoinnin sallimaan arvoon.

Suurin osa kotieläintuotannon hajua vähentäviä tekniikoita käsittelevistä tutkimuksista on kohdistunut sikaloihin. Hajun vähentämistä kanaloissa on tutkittu vähemmän. Navettojen ja turkistarhojen hajunhallinnasta on hyvin vähän kirjattua tietoa. Mitattua tietoa löytyy vähän myös siitä, miten eri hajua vähentävät toimet vaikuttavat tuotannosta muodostuvan hajuviuhkan laajuuteen. Tutkimukset ovat todennäköisesti kustannussyistä ja rajoitettujen tutkimusresurssien takia

keskittyneet hajupäästöjen vertailuun. Selvää on, että pienempi hajupäästö aiheuttaa vähemmän haittaa ympäristössä. Koska paikalliset maasto- ym. olosuhteet vaikuttavat merkittävästi hajun leviämiseen ja laimenemiseen, hajureduktion täsmällinen vaikutus ympäristöön pitää arvioida erikseen leviämislaskelmin tai kenttähavainnoinnin. Hyvin suunnitellut esimerkkimittaukset, jotka sisältäisivät sekä hajupäästöjen, hajun leviämisen että asukkaiden kokeman viihtyisyyshaitan määrittämisen, antaisivat käyttökelpoisen kuvan eläintuotannon hajupäästöjen vaikutuksesta suomalaisessa ympäristössä.

### Jatkosuositukset

Tässä raportissa esitetyt kirjallisuustiedot eläinsuojien hajupäästöistä ja -haitasta tulisi täydentää suomalaisissa olosuhteissa tehdyillä mittauksilla, jolloin saadaan objektiivista ja oikeaa tietoa eläintuotannon hajukuormasta ja sen vähentämisestä. Kuvassa 16 on ehdotus hajun ohjeistusmallin kehittämiseksi. Sääolosuhteemme ja maaseututuotantomme rakenne poikkeavat merkittävästi keski-eurooppalaisista, ja näillä seikoilla saattaa olla huomattava vaikutus hajun esiintymiseen ja asukkaiden kokemaan viihtyisyyshaittaan. Kootut tulokset antaisivat viranomaisille tutkittuun tietoon perustuvia työkaluja ympäristölupaprosessiin ja riitatapauksien selvittämiseen. Samalla tieto tukisi myös maataloustuottajia uusien ja laajennettavien kotieläinsuojien ympäristölupien haussa.



Kuva 16. Hajun ohjeistusmallin kehittäminen.

Jatkotutkimuksessa tulisi määrittää esimerkkitapauksin hajupäästön riippuvuus eläinsuojan eläinmäärästä (hajupäästö / eläinpaikka), jonka perusteella voidaan jatkossa arvioida erikokoisten eläintuotantoyksiköiden hajuvaikutus ilman mittavia hajumittauksia. Lisäksi tulisi selvittää valittujen vähäpäästöisten kotieläinsuojien hajuhaitta verrattuna perinteiseen tuotantotekniikkaan.

Uusilla isoilla tuotantoyksiköillä on taloudelliset mahdollisuudet ottaa käyttöön hajua vähentäviä tuotantomenetelmiä ja ilmanpuhdistuslaitteita. Tarjolla olevista kaasunpuhdistustekniikoista tulisi kehittää kestäviä ja taloudellisia ratkaisuja. Esim. biosuodatuslaitteistoa voidaan rakentaa suhteellisen edullisesti käyttäen paikallisesti saatavaa ainetta suodatusmateriaalina. Turpeen hajua sitovia ominaisuuksia olisi mahdollista hyödyntää laajemmin. Etenkin vähän pölyävälle turvetuotteelle olisi kysyntää.

Hajuhaittoja vähentävät menetelmät tulevat jatkossa entistä ajankohtaisemmiksi. Eri tekniikoiden soveltamismahdollisuudet Suomen kotieläintuotantoon ja niiden kustannukset tulisi kattavasti selvittää käytännön kokein. Tieto tulisi kerätä esim. päivitettävään tietopankkiin, joka olisi maataloustuottajille, viranomaisille ja muille sidosryhmille käytettävissä päätöksenteon ja tuotannon suunnittelun perusteeksi.

Aarnink, A. 1997. Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behaviour. Ph. D. Thesis. Agricultural University Wageningen. 175 s.

Agriholland. 2000a. Stankregelgeving te streng voor melkveehouders. Saatavissa: <http://www.agriholland.nl/nieuws/2000/42/22829.html>.

Agriholland 2000b. Minder ammoniakemissie door toevoeging benzoëzuur. Saatavissa: <http://www.agriholland.nl/nieuws/2000/19/21417.html>.

Ahlfors, K. 2000. Purupohjasikala vaatii tietoa komposti hoidosta. Sika, nro. 5, s. 60-61.

Arnold, M. 1995 Hajuohjearvojen perusteet 1995. VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes 1711. Espoo: VTT. 83 s. + liitt. 14 s.

Asman, W., Andersen, J., Löfström, P., Hutchings, N. & Sommer, S. 1999. Tools to control ammonia and odour from Danish agriculture. KTBL. Regulation of Animal Production in Europe. Reinheim: KTBL. S. 244-248.

Bongers, M., Vossen, F. & van Harreveld, A. 2001a. Geurhinderonderzoek stallen intensieve veehouderij. Publicatie Vrom 010164/h/04-01 22317/209, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Saatavissa: <http://www.odournet.com/publications.htm>.

Bongers, M., van Harreveld, A. & Jones, N. 2001b. Recent developments in research supporting pig odour policy reviews in the Netherlands and in Ireland. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 427-434.

Both, R. 2001a. North-Westphalia State Environmental Agency. Kirjallinen tiedonanto.

Both, R. 2001b. Directive on odour in ambient air - an established system for odour measurement and odour regulations in Germany. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 205-215.

Brose, G., Gallman, E., Hartung, E. & Jungbluth, T. 2001. Detection of the dynamics of odour emissions from pig farms using dynamic olfactometry and electronic odour sensor. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 115-121.

Carlson, J., Yost, G. & Nocerini, M. 1986. Recent findings on the chemical nature and biochemical mechanisms of the toxic agent involved in 3-methylindole-induced acute lung injury. Journal of Toxicology - Toxin Reviews, Vol. 5, s. 217-227.

Carp, F. 1987. Environment and aging. Teoksessa: Stokols, D. & Altman, I. (toim.) Handbook of environmental psychology New York: Wiley. S. 571-610.

Cavalini, P., Koeter-Kemmering, L. & Pulles, M. 1991. Coping with odour annoyance and odour concentrations: three field studies. *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 11, s. 123-142.

CEN. 2001. Air quality - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. Comité Européen de Normalisation CEN/TYC264/WG2 "ODOURS", CEN standard prEN13725.

Chastain, J. 2000. Air Quality and Odor Control From Swine Production Facilities South Carolina Confined Animal Manure Managers Certification Program. Chapter 9. Clemson University. Saatavissa: <http://www.clemson.edu/peedee-rec>.

Clarkson, C. & Misselbrook, T. 1991. Odour Emissions from Broiler Chicken. Teoksessa: Nielsen, V., Voorburg, J. & L'Hermite, P. (toim.). *Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming*. London: Elsevier Applied Science. S. 194-202.

De Bode, M. 1991. Odour and Ammonia Emissions from Manure Storage. Teoksessa: Nielsen, V., Voorburg, J. & L'Hermite, P. (toim.). *Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming*. London: Elsevier Applied Science. S. 59-66.

Debruyckere, M., Neukermans, G., Colanbeen, M., Van De Velde, L., Van Durme, V. & Van Der Straeten, P. 1993. Oplossingen mestproblematiek door nieuwere staltechnieken - eindverslag. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij - Mestbank. Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent. 132 s.

den Hartog, L. & Voermans, J. 1994. Naar veehouderij en milieu in balans - 10 jaar FOMA onderzoek, Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 19 (varkens), 4 oktober 1994. Ministerie van Landbouw en Visserij (Nederland).

Devos, M., Patte, F., Rouault, J., Laffort, P. & Gemert, H. 1990. Standardized human olfactory thresholds. Great Britain: Oxford University Press. 90 s.

Environment Agency Government of Japan. 1997. Control of Offensive Odor substances. Saatavissa: <http://www.eic.or.jp/eanet/en/lar/regulation/odor.html>.

EPA 1998. Batneec Guidance Note For The Pig Production Sector. Saatavissa: [http://www.epa.ie/licences/Bat\\_docs/pig.pdf](http://www.epa.ie/licences/Bat_docs/pig.pdf).

Environment Agency 2000. Standard farming installation rules and guidance Version 2. Saatavissa: <http://www.environment-agency.gov.uk/commondata/105385/ippcfarm.pdf>.

Fraser, H. 2001. Agricultural odours: 25 years of reducing complaints about barns and manure storages using the minimum distance separation formulae. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 417-426.

FSA Environmental. 1999. Development of a pig effluent emissions database and analysis of promising control strategies. Prepared for Pig Research & Development Corporation (Australia) December, 1999. Ref. Jiang, J. 2001. Comparison of different approaches used to regulate odours around the world. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 176.

Gallmann, E., Brose, G., Hartung, E. & Jungbluth, T. 2001. Influence of Different Pig Housing Systems on Odor Emissions. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA In-



ternational Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 469-478.

Hangartner, M. 1988. Bewertung von Geruchsbelästigungen. Staub-Reinhaltung der Luft, Vol. 48, nro 2, s. 81-85.

Harssema, H., 1980. Praktijkonderzoek naar de verspreiding van ventilatielucht rond stallen met behulp van een tracer. Publikatie R14 Vakgroep Luchthygië en Verontreiniging, Landbouwhogeschool Wageningen.

Heber, A. J. 1997. Setbacks for sufficient swine odor dispersion and dilution. Livestock and Environment Symposium. Columbus, NE: University of Nebraska Cooperative Extension Service, December 10-11. 13 s. Saatavissa: <http://pasture.ecn.purdue.edu/~heber/setba.htm>

Heber, A., Jones, D. & Sutton, A. 1999. Methods and Practices to reduce Odor from Swine Facilities. Ag Air Quality 1/99 Saatavissa: <http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Pubs/menu.htm>.

Hendriks, J., Andries, A., Saevels, P., Leribaux, S., Vranken, E., Vinckier, C., Berckmans, D., De Bruyn, G., Baron, M. & Van Langenhove, H. 2001a. Ontwikkeling van een eenvoudige procedure voor debepaling van geur- en ammoniakemissies van agrarische constructies ten behoeve van een aangepaste milieureglementering in Vlaanderen Deel 1: Ammoniak- en geuremissies door de veeteelt - bronnen en Reductietechnieken. Saatavissa: <http://allserv.rug.ac.be/~pdewisp/gert.html>.

Hendriks, J., Andries, A., Saevels, P., Leribaux, S., Vranken, E., Vinckier, C., Berckmans, D., De Bruyn, G., Baron, M. & Van Langenhove, H. 2001b. Ontwikkeling van een eenvoudige procedure voor debepaling van geur- en ammoniakemissies van agrarische constructies ten behoeve van een aangepaste milieureglementering in Vlaanderen Deel 2: Meetprocedure voor ammoniak- en geuremissies van agrarische Constructies. Saatavissa: <http://allserv.rug.ac.be/~pdewisp/gert.html>.

Hobbs, P., Misselbrook, T. & Pain, B. 1995. Assessment of odours from livestock wastes by photoionisation detector, an electronic nose, olfactometry and gas chromatography - mass spectrometry. J. Agric. Engng. Res., Vol. 60, s. 137-144.

Hobbs, P., Pain, B., Kay, R. & Lee, P. 1996. Reduction of odorous compounds in fresh pig slurry by dietary control of crude protein. Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 71, s. 508-514.

Hobbs, P., Misselbrook, T. & Pain, B. 1998. Emission rates of odorous compounds from pig slurries. Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 77 s. 341-348.

Hobbs, P., Misselbrook, T. & Cumby, T. 1999. Production and Emission of Odours and Gases from Ageing Pig Waste. J. Agric. Engng. Res., Vol. 72, s. 291-298.

Hoff, S., Bundy, S. & Li, X. 1997. Dust effects on odor and odor compounds. Teoksessa: Ammonia and odour control from animal production facilities. Vinke-loord, The Netherlands, October 6-10, 1997. S. 101-110.

Hong Kong Planning and Standards 2000. Chapter 9 - Environment (November 2000). Saatavissa: [http://www.info.gov.hk/planning/tech\\_doc/hkpsg/english/e\\_index.htm](http://www.info.gov.hk/planning/tech_doc/hkpsg/english/e_index.htm).

Hörnig, G., Turk, M. & Wanka, U. 1999. Slurry Covers to reduce Ammonia Emission and Odour Nuisance. J. Agric. Engng. Res., Vol. 73, s. 151-157.

Kai, P. 2001. Danske Slagterier. Tanska. Kirjallinen tiedonanto.

Kai, P. 2001. Lugt fra svinestalde. Saatavissa: [www.danskeslagterier.dk/lu/sem-bilag/faglig](http://www.danskeslagterier.dk/lu/sem-bilag/faglig)

Kapuinen, P. & Karhunen, J. 1996. EPS-rakeet ja EPS-rouhe sikalan lietesäiliön katteena. Vakolan tiedote 72. 18 s.

Keck, M. 2001. FAT. Tänikon TG Sveitsi. Kirjallinen tiedonanto.

Keck, M., Schmidlin, A. & Sager, A. 1999. Mehr Geruch von Milchviehställen mit laufhöfen? AgrarForschung Vol. 6 nro 1. s. 5-7.

Kemppainen, E. 1989. Didin lannan typen säilyttäjänä. Koetoiminta ja käytäntö (1989) 14.3.1989, s. 20.

Klarenbeek, J. & van Harreveld, A. 1995. On the regulations and abatement of odours emanating from livestock housing in the Netherlands. New Knowledge in Livestock Odor, Proceedings of the International Livestock Odor Conference 1995.

Klarenbeek, J., Jongebreur, A. & Benner, S. 1982. Geuremissies bij mestvarkens-tallen. IMAG Rapport Nr. 48, Oktober 1982.

Koelsch, J. 1999. Animal Housing Odor control Options. Manure Matters, Vol. 5, nro 1. 7 s. Saatavissa: [http://manure.unl.edu/v5n1\\_99.html](http://manure.unl.edu/v5n1_99.html).

Korpi, K. Eurooppalaiset maatalousmerkinnät ja -määräykset. Maatalousmer-kinnät ja -määräykset kaavoituksessa. Ilmajoki 2001. 79 s.

Koskela, S. Kotieläintuotantoalueen sijoittamisedellytykset. Maatalousmerkin-nät ja -määräykset kaavoituksessa. Ilmajoki 2001. 57 s.

Koutny, L. 2001. FAT. Tänikon TG Sveitsi. Suullinen tiedonanto.

Krause, K. & Brodersen, O. 2000. Gedanken zur neuen VDI-Richtlinie Emissi-onsminderung Tierhaltung (VDI 3474): Methodologie und Anwendung. Teokses-sa: KTBL. Bewertung von Geruchsbelastungen aus der Landwirtschaft. Darms-taadt: KTBL. S. 23-38.

Kujanpää, V. 2002. Länsi-Suomen ympäristökeskus 28.1.2002. Suullinen tiedon-anto.

Kuusisto, S. 1997. Hajun määrittäminen menetelmät. Esitelmä 26. Ilmansuojelupäivillä 19.-20.8.1997. Lappeenranta. 3 s.

Kuusisto, S. 2001. VTT Kemiantekniikka. Suullinen tiedonanto.

Köster, E., Punter, P., Maiwald, K., Blaauwbroek, J. & Schaefer, J. 1986. Direct Scaling of odour annoyance by population panels. VDI-Berichte 561. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure. S. 299-321.

Landsudvalget for Svin, 2001. Årsberetning 2001. 56 s. Saatavissa: [http://www.ds-data.dk/lu/info/and\\_info/LUberet2001.pdf](http://www.ds-data.dk/lu/info/and_info/LUberet2001.pdf).

Latostenmaa, H. 2001. Ympäristöministeriö. Suullinen tiedonanto. Kesäkuu 2001.

Lohr, L., 1996. Perception of rural air quality: what will the neighbours think? J. Agribusiness, Vol. 14, s. 109-128.

Louhelainen, K., Kangas, J., Sauri, M., Reiman, M., Rautiala, S., Veijanen, A., Vii-los, P. & Pyykkönen, M. 1998. Terveydelle haitalliset päästöt purupohjasikalassa. Maatalouden tutkimuskeskus. Loppuraportti. 23 s. + liitt.

Louhelainen, K., Kangas, J., Veijanen, A. & Viilos, P. 2001. Effect on in situ com-posting on reducing offensive odours and harmful volatile organic compounds in swineries. Am. Ind. hyg. Assoc., Vol. 62, s. 159 - 167.

- LRV. 1985. Luftreinhalte-Verordnung (Vom 16. Dezember 1985). SR 814.01.
- Löfström, P. 2001 Danske Miljöundersogelser. Tanska. Kirjallinen tiedonanto
- Maa- ja metsätalousministeriö. 1998. Maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräykset ja -ohjeet, MMM-RMO. Yleiskirje 27.2.1998.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2001. Maatalouden strategia. Maatalouden rakenne -työryhmän loppuraportti. 31.8.2001.
- Mackie, R., Stroort, P. & Varel, V. 1998. Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. *Journal of Animal science*, Vol. 76, s. 1331-1342.
- Mahin, T. 2001. Comparison of different approaches to regulate odours around the world. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 171-186.
- Maier, B., Riess, G. & Gronauer, A. 2001. Monitoring of Odour Emissions from Different Housing Systems in Pig Farming with Chemical Sensor Arrays. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 107-114.
- Martinec, M., Hartung, E. & Jungbluth, T. 1998. Geruchsemissionen aus der Tierhaltung (Literaturstudie) [Odour emission of livestock husbandry (a literature survey)]. Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-Würthenberg, Germany. 68 s.
- Marttila, O. 1995. Hajurikkiyhdisteet ulko- ja sisäilmassa ja yhdisteiden vaikutukset terveyteen (Outdoor and Indoor Malodorous Sulphur Compounds and Their Effects on Health) *Environmentalica Fennica* N:o 19. 159 s.
- Miedema, H., Walpot, J., Vos, H. & Steunenbergh, C. 2002. Exposure-annoyance relationships for odour from industrial sources. *Atmospheric Environment*, Vol. 34, s. 2927-2936.
- Mikkola, H., Puumala, M., Kallioniemi, M., Grönroos, J., Nikander, A. & Holma, M. 2002. Paras käytettävissä oleva tekniikka kotieläintaloudessa. Kansallisen BAT toimialaryhmän BREF-asiakirja. 16. Tammikuuta 2002.
- Misselbrook, T., Hobbs, P. & Persaud, K. 1997 Use of an electronic nose to measure odour concentration following application of cattle slurry to grassland. *J. Agric. Engng. Res.*, Vol. 66, s. 213-220.
- Miljöstyrelsen. 1997. Godkendelse av husdyrbrug. Vejledning fra Miljöstyrelsen. 2. p. Copenhagen: Miljöstyrelsen. 81 s. (Nr. 4.)
- Miljöförvaltningen 2000. Samlokalisering - Risker och möjligheter med att blanda arbete och boende. Saatavissa: <http://www.miljoporten.stockholm.se/MF/MKB/index.htm>.
- Mänttälä, J., Heinonen-Tanski, H., Herve, S., Louhelainen, K., Kangas, J., Nikkola, T., Paasonen, M., Puumala, M., Seuri, M., Rautiala, S. & Veijanen, A. 2001. Turve kestokuivikkeena sikaloissa. MTT:n julkaisuja sarja A 97. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/asiakirja>
- Naturvårdsverket. 1989. Naturvårdsverkets allmänna råd 89:6. Miljöskydd vid djurhållning.
- Nicell, J. 1994. Development of the odour impact model as a regulatory strategy. *Int. Environ. Pollut.*, Vol. 4, s. 124-138.

Nimmermark, S. 2001. Use of electronic noses for detection of odour from animal production facilities: a review. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 51-57.

Odor Control Task Force. 1998. North Carolina Agricultural Research Service, College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina State University, Control of Odors from Animal Operations, A Report from the Board of Governors of the University of North Carolina. September 1, 1998. 35 s.

Ogink, N. & Groot Koerkamp, P. 2001. Comparison of odour emissions from animal housing systems with low ammonia emissions. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 479-488.

Ogink, N. & Klarenbeek, J. 1997. Evaluation of a standard sampling method for determination of odour emission from animal housing systems. Teoksessa: Voermans, J. & Montenegro, G. (toim.). Proceedings of the Int. Symp. on Ammonia and Odour Control from Animal Facilities, NVTL, Rosmalen, Netherlands.

O'Neill, D. H. & Phillips, V. R. 1992. A review of the Odour Nuisance from Livestock buildings: Part 3, Properties of the Odorous Substances which have been Identified in Livestock Wastes or in the Air around them. Journal of Agricultural Engineering and Research, Vol. 53, s. 23-50.

Ormerod, G. 2001. Improving odour assessment by using better dispersion models: some examples. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 245-253.

Pain, B. & Misselbrook, T. 1991. Relationships between odour and ammonia emission during and following the application of slurries to land. Teoksessa: Nielsen, V., Voorburg, J. & L'Hermite, P. (toim.). Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming. London: Elsevier Applied Science. S. 2-9.

Piringer, M & Schauburger, G. 1999. Comparison of a Gaussian diffusion model with guidelines for calculating the separation distance between livestock farming and residential areas to avoid odour annoyance. Atmospheric Environment, Vol. 33, s. 2219-2228.

PAAQL. 2001 Purdue Agricultural Air Quality Laboratory. Odor Based Setbacks. Saatavissa: <http://danpatch.ecn.purdue.edu/~odor/setback.html>.

Ramirez, A. & Garraway, J. 1982. Plant growth inhibitory activity of extracts of raw and treated pig slurry. Journal of the Food and Agriculture, Vol. 33, s. 1189-1196.

Richner, B. & Schmidlin, A. 1995. Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen. FAT-Berichte Nr 476. Eidg Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT). Tänikon TG.

Saarento, H. 1998, Osuuskunta kompostoi lannat Oripäässä. Jäte ja ympäristö, Vol. 17, No. 2, s. 24-25.

Schauburger, G., Piringer, M., Eder, X., Fiebiger, J., Kock, M., Lazar, R., Pihler-Semmelrock, F., Quendler, T. & Teufelhart, J. 1997. Österreichische Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft., Vol. 57, No. 10, s. 399-408.

Schauberger, G., Piringer, M. & Petz, E. 2001. Separation distance to avoid odour nuisance due to livestock calculated by the Austrian odour dispersion model (AODM). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 87, s. 13-28.

Schauberger, G. & Piringer, M. 2001. Predicting odour impact using the Austrian odour dispersion model (AODM). Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 399-407.

Schauberger, G., Piringer, M. & Petz, E. 1998. Diurnal and Annual Variation of Odour Emission from Animal Houses: a Model Calculation for Fattening Pigs J. *Agric. Engng. Res.*, Vol. 74, s. 251-259.

Schiffman, S. 1998. Livestock odors: Implications for Human Health and Well-Being. *J. Anim. Sci.*, Vol. 76, s. 1343-1355.

Schmidtlin, 2001. FAT Tänikon Switzerland. Suullinen tiedonanto.

SFS. 1998. Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Rättsnätet. Saatavissa: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19980899.HTM>.

Sippola, K. Maatalousmerkinnät ja -määräykset kaavoituksessa. Ilmajoki 2001. 113 s.

Steinheider, B., Both, R. & Winneke, G. 1998. Field studies on environmental odours inducing annoyance as well as gastric and general health-related symptoms. *Journal of Psychophysiology Supplement*, s. 64-79.

Steinheider, B. & Winneke, G. 1993. Industrial odours as environmental stressors: *J. of Environmental Psychology*, Vol. 13, s. 353-363.

Strauss, G., Cervinka, R. & Heider, M. 1986. Erhebung über die Geruchsbelästigung in der Umgebung von Massentierhaltungen - eine Feldstudie. *Inst. of Environm. Hygiene. Vienna: Univ Vienna*. Ref.: Schauburger, G. & Piringer, M. 2001. Predicting odour impact using the Austrian odour dispersion model (AODM). Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 399-407.

Sucker, K., Both, R. & Winneke, G. 2001 Adverse effects of environmental odours: Reviewing studies on annoyance responses and symptom reporting. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 77-87.

Vaasan lääninhallitus. 1996. Selvitys joidenkin suurten sikaloiden hajuhaitoista Vaasan läänissä. SAPARO-tutkimus. 9 s.

Valli, L. 2001. Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA. Italia. Kirjallinen tiedonanto.

Van Broeck, G., Van Langehove, H. & Nieuwejaers, B. 2001. Recent odour regulation developments in Flanders: ambient odour quality standards based on dose-response relationships. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 187-195.

Van Langehove, H. & De Bruyn, G. 2001. Development of a procedure to determine odour emissions from animal farming for regulatory purposes in Flanders. Teoksessa: Jiang, J. (toim.). 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 409-416.

VDI 3883 Part 1 (1997). Effects and assessment of odours. Psychometric assessment of odour annoyance questionnaires. Düsseldorf: Beuth Verlag (German/English).

VDI 3940 (1993). Determination of Odorants in Ambient Air by Field Inspections. Düsseldorf: Verein Deutsche Ingenieure. (German/English).

VDI 3471. 1986. Emissionsminderung Tierhaltung Schweine. Berlin: Beuth Verlag. 19 s.

VDI 3472. 1986. Emissionsminderung Tierhaltung Hühner. Berlin: Beuth Verlag. 16 s.

VDI 3473. 1994. . Emissionsminderung Tierhaltung Rinder. Berlin: Beuth Verlag. 23 s.

Verdoes, N. & Ogink, N. 1997. Odour Emission from Pig Houses with Low Ammonia Emission. Teoksessa: Ammonia and odour control from animal production facilities. Vinkeloord, The Netherlands, October 6-10, 1997. S. 317-325.

Winneke, G., Harkort, W. & Ratzki, E. 1990. Zusammenhänge zwischen Geruchshäufigkeit und Belästigungsgrad (Relationship between odour probability and the degree of annoyance). Gerüche -Stand der Erkenntnisse zur Ermittlung von Belastung und Belästigung. VDI-Kommission Reinhaltung der Luft, Düsseldorf, Band 12.

VROM. 1985. Brochure Veehouderij en Hinderwet, Staatsuitgeverij. Den Haag, The Netherlands.

VROM. 1996,. Richtlijn Veehouderij en Stankhinder. Ministry of Housing, Public Planning and the Environment, The Hague, The Netherlands.

VROM, 1994. Dokument Meten en reken geur. Publikatiereeks Lucht en Energie nr. 115. Ministry of Housing, Public Planning and the Environment, The Hague, The Netherlands.

Vuorela, M. 1999. Maatalouden ja muun maankäytön yhteensovittaminen, suurten kotieläinyksiköiden sijoittamisedellytykset. Esiselvitys. 35 s.

Ympäristöministeriö. 2001. Ehdotus kotieläinsuojien ympäristölupamenettelyjen selkeyttämiseksi. Pikasikatyöryhmän raportti 2001.

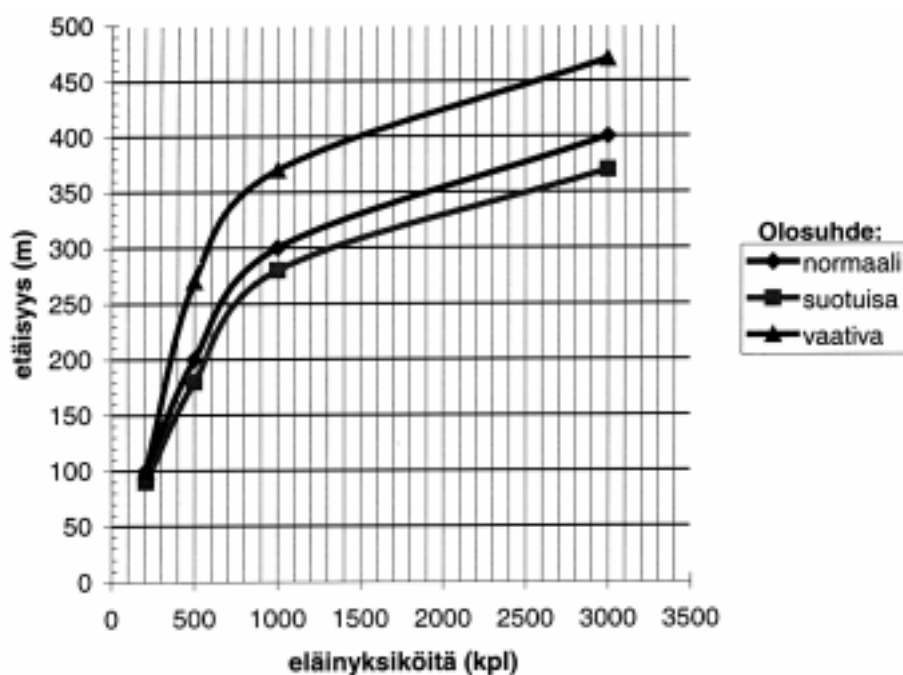
Zahn, J., DiSpirito, A., Young, S., Brian, E., Cooper, E. & Hatfield, J. 2000. Correlation of human odor response magnitudes to air concentrations of malodorous volatile organic compounds associated with swine manure odor. Teoksessa: Odors and VOC Emissions 2000, Cincinnati, Ohio 16-19.4.2000. Water Environment Federation (WEF) USA. CD-ROM

Zhang, R. & Westermann, P. 1997. Solid-Liquid Separation of Animal Manure for Odor Control and Nutrient Management. Applied Engineering in Agriculture, Vol. 13, s. 657-664.

Zhu, J., Bundy, D. & Rashid, N. 1997. Controlling odor and volatile substances in liquid hog manure by amendment. J. Environ. Qual., Vol. 26, s. 740-743.

# Suomen ympäristöministeriön ehdotus kotieläinsuojien ympäristölupamenettelyjen selkeyttämiseksi

Uusien, talouskeskusten ulkopuolelle rakennettavien  
kotieläinsuojien vähimmäisetäisyysuositukset häiriintyvästä kohteesta



## Eläinyksikkökertoimia:

Lypsylehmä	6,8
Sonni > 2 v	3,4
Vasikka < 6 kk	0,6
Hevonen 2 v-	4,8
Lihasika	1,0
Emakko porsaineen	3,4
Karju	1,0
Joutilas emakko ydinsikalassa	1,0
Vieroitettu porsas	0,4
Broileri	0,02
Kana	0,08
Siitosnaarasminkki	0,4
Siitosnaaraskettu	1,2

**Saksalaiset VDI 3471:n mukaiset ohjeet sikalan ja asutuksen välisen vähimmäistäisyyden arvioimiseksi**

LIITE 2.

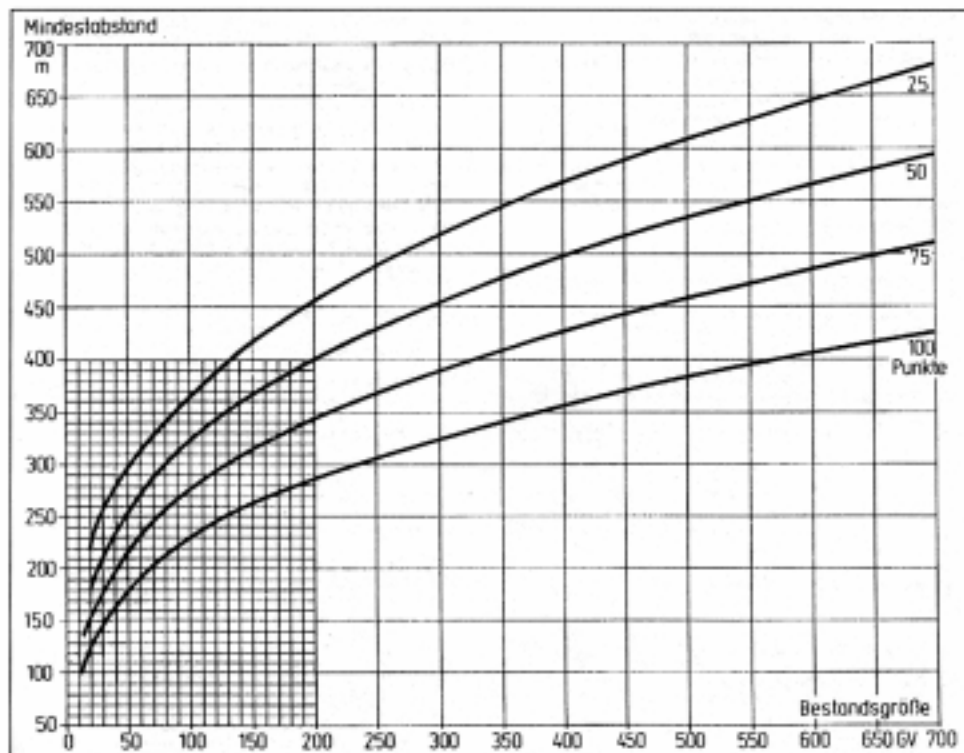
1. Tuotanto määritetään eläinyksikköinä *Grossvieheinheit*, GV (= eläimien elopaino normitettuna 500 kg:lla) taulukon 1 muuntokertoimien mukaan.

Taulukko1. Sian eläinyksiköt

	Eläinyksikköä (GV)
Joutilas emakko	0,3
Emakko porsaineen	
4 viikkoa	0,4
8 viikkoa	0,8
Nuoret emakot (ensikot)	0,15
Porsaas	
< 15 kg	0,01
15 - 25 kg	0,02
Lihaseika	
< 40 kg	0,06
40 - 105 kg	0,15
25 - 105 kg	0,12

2. Lietteenkäsittely- ja ilmastointijärjestelmä, ruokintatapa ja alueen topografia luokitellaan ja pisteytetään taulukon 2 pistejärjestelmän mukaan.

3. Vähimmäistäisyys määräytyy eläinyksikkömäärän ja yhteenlaskettujen pisteiden funktiona ao. käyrästäön mukaan.





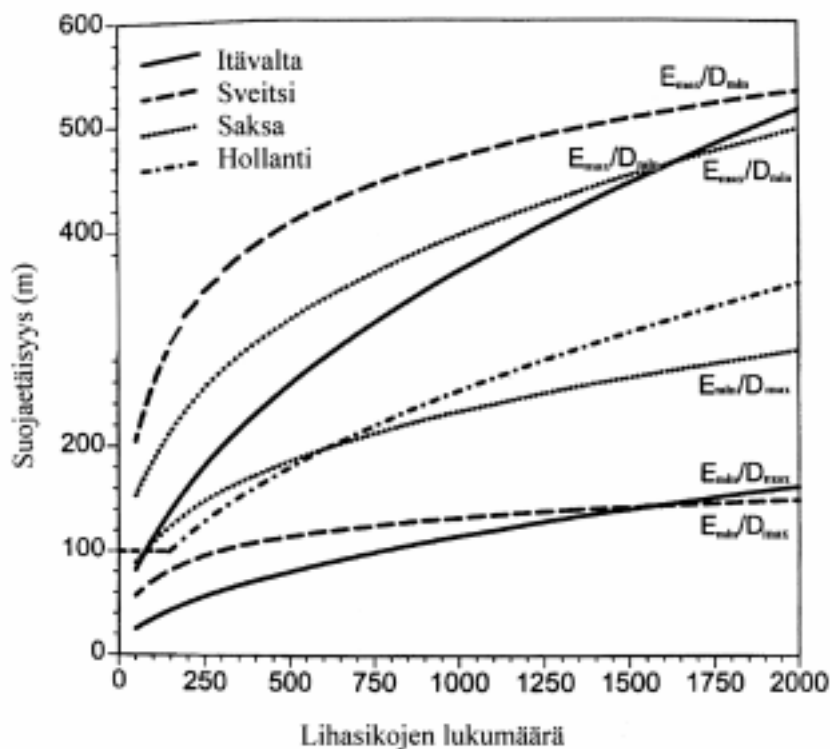
Taulukko 2. Tuotantotekninen pisteytysjärjestelmä:

<b>Lannankäsittely:</b>	
1 Kuivalantajärjestelmä	
a) kompostipohja	60
b) kuivalannan mekaaninen poisto	
- kolmelta sivulta umpinaiselle laatalle	50
- avoimeen kasaan	40
- kuljetusajoneuvoon	20
2 Lietelantajärjestelmä	
- osarakolattia < 45 %	10
- osarakolattia > 45 %	5
- lantaraapoilla	0
3 Lietelannan varastointi	
- säiliössä umpikansi	50
- säiliössä yksinkertainen kate	30
- kelluva, luonnollinen kate	30
- avoin säiliö	0
- varastointi rakennuksen sisällä	30
<b>Eläinsuojan ilmanvaihto</b>	
1 Kesän ilmanvaihto (DIN 18910)*	
Lämpötilaero ≤ 2 K	10
Lämpötilaero ≤ 3 K	5
Lämpötilaero ≥ 3 K	0
2 Ilmanpoisto	
a) Katolla	
- Päästökorkeus >1,5 m katon harjasta	15
- Päästökorkeus < 1,5 m katon harjasta	5
b) Seinällä, luonnoll. ilmanvaihto	0
3) Poistoilman nopeus kesän ilmanvaihtoasetuksella ja poisto katolla	
≥ 12 m/s	25
≥ 10 m/s	20
≥ 7 m/s	10
≤ 7 m/s	0
<b>Muut tekijät</b>	
1 Rehu	
- kuivat jätteet	0
- keittiöjätteitä ja rehu, jolla on vähän ominaishajua	0-10
- heraa, teurasjätteitä ja ym. rehu, jolla on voimakas ominaishaju	0-25
2 Eläinsuojan sijaintipaikan ja ympäristön vaikutus**)	±20
3 Lannan varastokapasiteetti	
≥ 6 kuukautta	10
≥ 5 kuukautta	5
≥ 4 kuukautta	0

\*Tarvittava ilmamäärä/sika kesällä, kun halutaan sisälämpötilan nousevan enintään  $\Delta T$  astetta ulkoilmaa lämpimämmäksi DIN 18910 mukaan.

Eläimen painoa, kg	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	150	200	300
$\Delta T = 3 \text{ K}$	17	24	31	38	44	50	55	60	65	71	76	97	123	175
$\Delta T = 2 \text{ K}$	25	36	47	56	66	75	83	91	98	103	114	145	184	263

\*\* arvioidaan vallitsevan tuulen suunnan ympäristön asutuksen ja maaston mukaan.



Itävallan, Sveitsin ja Saksan ohjeissa otetaan huomioon hajun leviämiseen vaikuttavat maasto -ja säätekijät sekä hajupäästön suuruuteen vaikuttavat ruokintamenetelmät, ilmastointi ja eläinsuojan rakennustekniikka. Kyseisten maiden kohdalla on havainnollistettu em. tekijöiden vaikutusta etäisyysarviointiin mahdollisimman epäsuotuisassa ( $E_{\max}/D_{\min}$ ) ja suotuisassa  $E_{\min}/D_{\max}$  tilanteessa.

$E_{\max}/D_{\min}$  kuvaa maksimaalista hajupäästöä (lannan käsittelyn, ilmastoinnin ym. mukaan) ja hajun epäedullisissa leviämisolosuhteita (stabiili ilmacehä, laakso jne.).  $E_{\min}/D_{\max}$  taas kuvaa minimaalista hajupäästöä hajun suotuisissa leviämis- ja laimenemisolosuhteissa. Etäisyydet on määritetty virkistys- ja asutusalueelle.

**Käyrästäön mukaan esim. 750 lihasian sikalan suojaetäisyys eri maissa on:**

Itävalta	100 - 370 m
Sveitsi	120 - 450 m
Saksa	210 - 370 m
Hollanti	220 m
Suomen ehdotus	270 m

Kotieläinyksikön suojaetäisyys määritetään tuotantoyksikön hajuluvun potenssi-funktiona.

$$S = 25 f_m \times f_r \sqrt{G} \quad (1)$$

jossa  $S$  = suojaetäisyys (m)

$G$  = Hajulukku

$f_m$  = maasto- ja meteorologinen tekijä

$f_r$  = eläinsuojan ympäristön kaavoituksen vaikutus

Hajulukku  $G$  lasketaan kaavan 2 mukaan:

$$G = Z \cdot f_T \cdot (f_L + f_E + f_F) \quad (2)$$

jossa:  $G$  = Hajulukku

$Z$  = eläinten lukumäärä

$f_T$  = eläinkohtainen hajutekijä

$f_L$  = ilmastointitekniikka tekijä

$f_E$  = lannoitetekniikka tekijä

$f_F$  = ruokintatekniikka tekijä

Taulukko 1. Eläinkohtaiset hajutekijät		$f_T$
Sika	Lhasiat (paino alle 60 kg)	0,16
	Lhasiat (paino yli 60 kg)	0,3
	Lhasiat keskimäärin	0,23
	Emakot	0,33
	Porsaas	0,1
Siipikarja	Munivat kanat	0,01
	Broilerit	0,01
	Kalkkunat (alle 6 kg)	0,017
	Kalkkunat (yli 6 kg)	0,03
	Hanhet	0,02
Nauta	Lehmät	0,17
	Maitovasikat ja nuori karja < 100 kg	0,25
	Vasikat ja nuori karja > 100 kg	0,1
	Lihakarja	0,18
Lampaas	Nuoret eläimet ja lihakarja	0,05
	Emälammas karitsoineen	0,08
Vuohi	Kilit ja lihakarja	0,1
	Kutut kileineen	0,16
Hevonen	Varsat ja ponit	0,12
	Hevoset	0,17

<b>Taulukko 2. Ilmanvaihto</b>			
Luonnollinen ilmanvaihto		$f_L$ 0,5	Päästök korkeus (m)
	$h < 5$	$5 \leq h < 10$	$h \geq 10$
<b>Mekaaninen ilmanvaihto</b>			
Poisto katonharjan alla pystysuora ulospuhallus			
$v < 3 \text{ m/s}$	0,45	0,40	0,35
$3 \text{ m/s} < v \leq 7 \text{ m/s}$	0,40	0,35	0,30
$v \geq 7 \text{ m/s}$	0,35	0,30	0,25
<b>Poisto 0 - 1,5 m katonharjan yläpuolella pystysuora ulospuhallus:</b>			
$v < 3 \text{ m/s}$	0,40	0,35	0,30
$3 \text{ m/s} \leq v < 7 \text{ m/s}$	0,33	0,28	0,23
$v \geq 7 \text{ m/s}$	0,25	0,20	0,15
<b>Poisto yli 1,5 m katonharjan yläpuolella pystysuora ulospuhallus</b>			
$v < 3 \text{ m/s}$	0,30	0,25	0,20
$3 \text{ m/s} \leq v < 7 \text{ m/s}$	0,25	0,20	0,15
$v \geq 7 \text{ m/s}$	0,20	0,15	0,10
<b>Poisto katonharjan alapuolella, horisontaalinen ulospuhallus</b>			
$> 1 \text{ m/s}$	0,45	0,45	0,45

<b>Taulukko 3. Lannan käsittely <math>f_E</math></b>			
<i>Siipikarja</i>			
<b>Lattiakasvatus:</b>			
- luonnollinen ilmanvaihto	0,28		
- mekaaninen ilmanvaihto	0,30		
<b>Häkkikanalat</b>			
<b>Ilmastettu lantamatto</b>			
- katettu lantala	0,17		
- avoin lantala	0,21		
- lantakellari	0,19		
<b>Ilmastamaton lantamatto</b>			
- katettu lantala	0,23		
- avoin lantala	0,27		
- lantakellari	0,25		
Lietelantala (lantaraapoilla)	0,3		
Muu lantajärjestelmä	0,25		
<i>Sikalat, navetat sekä lammak-, vuohi- ja hevostallit</i>	<u>Eläinsuojan ilmastointi</u>		
	<u>luonnoll.</u>	<u>ylipaine</u>	<u>alipaine</u>
<b>Kuivalantajärjestelmä</b>			
<b>Lannan mekaaninen poisto</b>			
- suljetussa tilassa	0,1	0,12	0,15
- avoimessa tilassa	0,15	0,17	0,2
<b>Jatkuva lannan poisto</b>			
- Päivittäin			
- Useammin kuin 2 viikon välein	0,18	0,2	
- 2 - 4 viikon välein	0,21	0,23	
- $\geq$ kuukauden välein	0,23	0,25	
<b>Lietelantala suljetuilla lantasailiöillä</b>			
- Lantakourut	0,13	0,15	0,20
- Viemärilantajärjestelmä	0,16	0,18	0,23
- Huuhtelu	0,2	0,22	0,27

<b>Taulukko 4. Ruokinta <math>f_F</math></b>	
Liemiruokinta	0,05
<b>Nestemäinen rehu</b>	
Vesipohjainen	0,05
Maito- tai herapohjainen	0,1
Muut	0,2
<b>Kuivarehu</b>	
Rakeet	0,05
Ohra ja nurmisäilörehu	0,05
Maissi ym. säilörehut	0,1

Maaston ja sääolojen vaikutus hajun leviämiseen otetaan huomioon taulukkojen 5 ja 6 mukaisesti.

Taulukko 5. Maasto ja sääolot		
	Pisteet	
	< 30 %	> 30 %
A. Hyvin tuuletettu avoin sijainti kuten tasangot, mäenharjut ym.		
- Eläinsuojan lähiympäristössä ei kasvustoa eikä rakennuksia	0	10
- Eläinsuojan lähiympäristössä kasvustoa tai rakennuksia	10	20
B. Sijainti rinteessä		
- Vallitseva tuulen suunta rinnettä alaspäin	40	20
- Vallitseva tuulen suunta rinnettä ylöspäin	0	20
- tuuli ylöspäin laaksosta	20	30
- tuuli alaspäin laaksosta	0	10
C. Sijainti laaksossa		
1. Leveä laakso		
- Vallitseva tuulen suunta rinnettä alaspäin	20	30
- Vallitseva tuulen suunta rinnettä ylöspäin	0	10
- tuuli ylöspäin laaksosta	40	60
- tuuli alaspäin laaksosta	0	20
2. Kapea laakso		
- Vallitseva tuulen suunta rinnettä alaspäin	20	30
- Vallitseva tuulen suunta rinnettä ylöspäin	0	10
- tuuli ylöspäin laaksosta	50	70
- tuuli alaspäin laaksosta	0	20

Maasto ja meteorologinen tekijä  $f_m$  saadaan yhteenlaskettujen pisteiden mukaan:

Taulukko 6. $f_m$ :n arvot taulukon 5 pisteiden mukaan	
Pistemäärä	$f_m$
0-10	0,6
11-30	0,7
31-50	0,8
51-70	0,9
> 70	1

Ympäristön kaavoituksen ja maan käytön vaikutus suojaetäisyyteen huomioidaan tekijällä  $f_R$ .

Taulukko 7. Ympäristön kaavoitus, $f_R$	
Alue	$f_R$
Virkistys ja matkailualueet, pelkkää asutusta	1,0
Yleiset ja laajennetut asutusalueet	0,7
Kauppakeskukset, eril. rakennusalueet, yritys- ja rakennusalueet	0,5
Kylät, maaseutualueet, teollisuusalueet, viheralueet, urheilupaikat, hautausmaat, puistot, maaseudun asutusalueet	0,5 - 1

Lähde:

Schauberger, G., Piringer, M., Eder, Fiebiger, J. Kock, M., Lazar, R., Pihler-Semmelrock, F., Quendler, T. & Teufelhart, J. 1997. Österreichische Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft. Vol. 57, Nr. 10, s. 399-408.

## 2. YKSITTÄINEN JA ALUEESEEN PERUSTUVA ARVIOINTI

### 2.1 Johdanto

Kaavoitus on yksi tarkastelutapa karjataloudesta aiheutuvien hajuhaittojen vähentämisessä tai pyrittäessä rajoittamaan näitä haittoja tyydyttävällä tavalla. Kyseinen ohjeisto on tarkoitettu tämän periaatteen toteuttamisen apuvälineeksi ja myös mahdollisimman yhdenmukaisen lupakäytännön aikaansaamiseksi. Tämä ohjeisto tarjoaa siihen kuuluvan etäisyystaulukon avulla lähes kaikissa tapauksissa tyydyttävän takuun hajuhaitan rajoittamisesta.

Ohjeisto pyrkii antamaan mahdollisimman objektiivisen käsityksen karjataloudesta odotettavissa olevasta hajuhaitasta. Tämä perustuu kahdentyyppisiin laskelmiin: toisaalta huomioidaan eläinlaji, eläinsuojan tyyppi ja yrityksen koko ja toisaalta yritystä ympäröivän seudun herkkyys hajuhaitoille neljän herkkyyskategorian muodossa.

Luvussa 2.2 käsitellään yksityiskohtaisesti menetelmä yksittäisten yritysten (tilojen) arvioimiseksi. Kunnat voivat suoraan soveltaa tätä metodologia yksittäisten lupahakemuskysymysten ratkaisemisessa.

Luvussa 2.3 esitellään edelliselle menetelmälle vaihtoehtoinen arviointitapa, joka perustuu ympäröiviin alueisiin. Tähän pohjautuen kunnat voivat asettaa koko aluettaan koskevan arviointikehityksen.

### 2.2 Yksittäisten yritysten (tilojen) arviointi

Tässä luvussa määritellään harkintakehys yksittäisen yrityksen (tilan) ympäristölupaan sisältyvän hajuhaittakysymyksen selvittämiseksi. Yrityksen lähiympäristöönsä levittämä hajukuormitus todetaan yrityskohtaisesti. Täten kunta voi suoraan käyttää ohjeistossa annettuja kriteerejä eikä kunnan tarvitse kehittää ensin omaa kunnallista arviointikehystä.

#### **Arviointimenetelmä koostuu seuraavista askeleista:**

1. Lupahakemuksessa ilmoitettu eläinpaikkamäärä muunnetaan lihasikayksiköiksi. Tähän käytetään taulukon 1 laskentakertoimia. Lihasikayksiköiden määrä on eläinmäärä jaettuna laskentakertoimella.
2. Raportin kuvassa 9 (kpl 7.5) näytetyn etäisyyskuvion avulla määritetään minimietäisyys hajuherkkiin kohteisiin (kategoriat I-IV). Etäisyys vastaa ykköskohdan avulla määriteltyä lihasikalukua.
3. Mikäli tarpeellista, voidaan minimietäisyys määritellä taulukossa 2 avulla siinä tapauksessa, että yritysosille ei ole annettu lihasikayksikköjen määrää.
4. Karjatalousyrityksen ympäristössä sijaitsevat hajuherkät kohteet sijoitetaan kategoriakuvausten perusteella sopiviin kategorioihin.
5. Tutkitaan, alkaen ensimmäisen kategorian etäisyyksistä, mikäli täten määriteltyjen minimietäisyyksien alueella (hajuympyrät) sijaitsee hajuherkkiä kohteita.
6. Mikäli em. viidennen kohdan mukaan lähistöllä ei sijaitse mitään hajuherkkiä kohteita, luvan myöntämiselle ei ole mitään esteitä hajuhaittojen näkökulmasta.

Seuraavaksi selostetaan tarkemmin arviointimetodin eri osia.

### 2.2.1. Lihaskayksiköiden määritys

Karjatilán hajupäästöt ilmaistaan lihasikayksiköissä. Nämä määritellään lupahakemuksessa ilmoitetun eläinpaikkamäärän perusteella. Laskentakertoaulukon 1 avulla eläinpaikkojen luku muunnetaan eläinlajeihin perustuen lihasikayksiköiksi. Seuraavaksi lasketaan yhteen kyseisen karjantuotantotilan koko lihasikayksikömäärä.

**Laskentakertoaulukkoa on edellisiin painoksiin nähden ajankohtaistettu seuraavilta osin:**

- Niille eläinluokkoihin, joille on annettu Vihreän Leiman (matalapäästö) kynnysarvot, on eräs näistä kynnysarvoista johdettu laskentakertoimeksi Vihreän Leiman yrityksen perustamista varten (tämä kynnysarvo on korkein mahdollinen Vihreän Leiman eläinsuojan tuottama päästömäärä; tämän kynnysarvon ovat todenneet sekä ympäristöministeriö että maatalousministeriö).
- listajako vastaa mahdollisimman hyvin karjatalouden ammoniakkipäästöjä, mutta tässä listaa on hieman laajennettu ja tietyt eläinluokat on lohkottu.

On tärkeää, ettei lupahakemuksessa ilmoiteta vain eläinmäärää, vaan myös eläinpaikkojen määrä. Sääntönä voidaan pitää, että eläinpaikkojen määrä on sama kuin eläinten maksimimäärä. Aiemmin myönnetyn luvan oikeuksien myötävaikutuksella voidaan, koska eläinpaikkojen määrää ei ole aina ilmoitettu, joustaa säännöstä jonka mukaan eläinpaikkojen määrä määräytyy lupaan merkityn eläinmäärän perusteella.

Eläinsuojien päästöt ollaan selvittämässä tieteellisin tutkimuksin. Käynnissä olevan mittausohjelman päämääränä on saada vielä paremmin perusteltuja hajumittauslukuja sekä perinteisistä että päästötekniikoita käyttävistä eläinsuojista. Kun mittausohjelman tulokset tulevat käyttöön, sekä perinteisten että päästötekniikoin varustettujen eläinsuojien laskentakertoimia muokataan, mikäli tarpeellista.

Laskentakertoimien tarjoaman välineen avulla muodostetaan yhteys yrityskoon ja etäisyysdiagrammissa määriteltujen vähimmäisetäisyyksien välille. Tämä ei ole aina välttämätöntä, sillä tietyille eläinlajeille on suoraan annettu vähimmäisetäisyydet. Nämä on lueteltu taulukkoon 2. Näiden etäisyyksien avulla, ilman etäisyysdiagrammin käyttötarvetta, on mahdollista arvioida karjatilán aiheuttamia hajuhaittoja.

### 2.2.2. Etäisyysmittaus

Etäisyysdiagrammi antaa sen vähimmäisetäisyyden, mikä tulee säilyttää hajuherkän kohteen ja ympäristölupaa hakevan karjatilán välillä riippuen lihasikayksiköiden määrästä. Tällöin välimatka tarkoittaa hajuherkän kohteen ulkoseinän ja kohdetta lähimpänä sijaitsevan päästöpuoleen välistä etäisyyttä.

Mekaanisesti tuuletetuissa eläinsuojissa päästöpuole on tuulettimen läheisin suutin. Luonnollisesti tuuletetuissa eläinsuojissa mittauskohta on läheisin ilmanvaihdon päästöaukko. Mekaanisesti tuuletettujen eläinsuojien päästöpuoleen määrittämisessä on huomiotava, että päästöpuole on läheisin suutin, mikäli tämä suutin muodostaa osan eläinsuojasta ja mikäli kyseinen suutin on todellakin läheisin päästöpuole. Tämä pätee useimpiin mekaanisesti tuuletettuihin eläinsuojiin. Mikäli kysymys on kuitenkin eläinsuojasta, jonka mekaanisen tuuletuksen hävikki on suuri jonkin toisen päästöaukon vuoksi, eläinsuojaa tulee arvioida samoin kriittein kuin luonnollisesti tuuletettua eläinsuojaa.

On mahdollista, että eläinsuojan julkisivu sijaitsee lähempänä hajuherkkää kohdetta kuin varsinainen päästöpiiste. Kun päästöpiiste täten otetaan etäisyyden määrittämispaikaksi, on teoreettisesti mahdollista, että eläinsuojan julkisivu rajoittuu suoraan hajuherkän kohteen julkisivuun. Hajuhaitan rajoittamisen kannalta tämä ei ole toivottavaa. Tästä syystä on aina voimassa minimietäisyys eläinsuojan julkisivun ja suojeltavan kohteen välillä. Tämä etäisyys on 50 m kategorioissa I ja II ja 25 m kategorioissa III ja IV. Nämä etäisyydet liittyvät sellaisiin minimietäisyyksiin, joita noudatetaan, kun yritykseen sovelletaan muita hallinnollisia toimenpiteitä (kuten Päätöstä maitokarjatilojen ympäristöhallinnasta tai Päätöstä peltoviljelytilojen ympäristöhallinnasta).

Mikäli tilalla on sekä maitokarjaa, jota koskevat kiinteät etäisyydet, että muita, etäisyydlaskennan alaisia eläinlajeja, tulee kullekin näistä tuotanto-osista määrittellä etäisyys herkkään kohteeseen. Nautakarjalle etäisyys mitataan navetan lähimmästä tuuletusaukosta käsin ja muille eläinlajeille eläinsuojan kyseisen osan lähimmän tuulettimen tai tuuletuksen poistoaukon edestä. Syy erillisiin määrittämiin on, että nautakarjan etäisyydsmääräykset perustuvat vain osittain hajuhaitan rajoittamiseen ja muuten yleisluontoiseen haittojen rajoittamiseen.

Mikäli kyse on sellaisista eläinlajeista, joihin sovelletaan laskentakertoimia sekä sellaisista, joilla on kiinteät etäisyydet (tiedut turkiseläimet ja kanit), voidaan etäisyydlaskenta herkkään kohteeseen suorittaa koko eläinsuojan lähimmästä päästöpiisteestä.

### 2.2.3. Ympäristökategoriat

Etäisyysdiagrammissa erotetaan neljä eri kategoriaa toisistaan hajuherkkien kohteiden luonteen mukaan. Suurimmat etäisyydet koskevat ensimmäistä kategoriaa ja pienimmät neljättä kategoriaa.

Tämä kategorijako perustuu periaatteeseen, jonka mukaan jokaisella on oikeus suojautua ei-hyväksyttävää haittaa vastaan sekä tietoon siitä, että kaikki kohteet eivät ole samalla lailla alttiita maatalousyritysten tuottamille haitoille. Kun näin täytyy arvioida, onko jokin tietty hajuhaitta hyväksyttävissä vai ei. Arvioinnin avulla erotetaan toisistaan asuinrakennukset, maatalousrakennukset ja erittäin hajuherkät kohteet kuten sairaalat ja oleskelu- ja virkistysalueet. Huomiota kiinnitetään nimenomaan kohteiden tosialliseen käyttöön eikä siis niitä koskeviin kaavoitusmerkintöihin.

Muut kuin maataloustuotantoon liittyvät asunnot erotetaan toisistaan sen ympäristön mukaan missä nämä rakennukset sijaitsevat. Tämä erottelu perustuu siihen tosiasiaan, että maataloudellinen hajuhaitta koetaan maaseudun asuinrakennuksissa toisin kuin asuinalueilla. Siksi erottelu tehdään sellaisten asuintalojen välillä, jotka sijaitsevat taajamassa ja sellaisten, jotka sijaitsevat maaseutualueilla. Mitä kaupunkimaisempi luonne elinympäristöllä on, sitä vähemmän maataloudellisia hajuhaittoja pidetään ympäristöön sopivina, pikemminkin haitallisina. Vastaavasti mitä enemmän haja-asutusalueella on maataloudellista toimintaa, sitä varmemmin hajuhaitat hyväksytään.

#### Taajamassa sijaitsevat asuintalot (kategoriat I ja II)

Kategoriat I ja II viittaavat asuinrakennuksiin, jotka sijaitsevat taajamaympäristössä. Asuinrakennusten jako kategorioihin I ja II riippuu alueen ominaispiirteistä, haittojen määrästä ja rakennusten hajuherkkyydestä. Kuten sanottu, tämä jako perustuu siihen oletukseen, että mitä kaupunkimaisempi luonne taajamalla on, sitä suurempana haittana maataloudellinen haju koetaan. Niinpä kaupunginomaiset yhteenliittymät ja kaupunkimaiset asuinkorttelit kuuluvat kategoriaan I. Mikäli asuinyhdyskunta (talokeskittymä, pieni kylä) sijaitsee rajoitetulla alueella muuten maataloudellisessa ympäristössä, kuuluu se kategoriaan II.



### **Maaseutualueella sijaitsevat asuintalot (kategoriat III ja IV)**

Maaseutualueilla ympäristölupahakemuksen edellyttämä hajuhaitan määrittäminen tehdään kategorioiden III tai IV mukaan. Tässä pätee olettaen, että mitä määrävämpi tekijä maatalous on elinympäristössä, sitä pienempänä haittana maataloudellinen haju koetaan. Sellaisilla alueilla, joilla on runsaasti sekä maataloudellista että ei-maataloudellista rakentamista, täytyy etäisyys läheiseen asuinrakennukseen määrittellä kategorian III mukaan. Tämä kategoria pätee niihin alueisiin, joilla on merkittävää (hajanaista) asuinrakentamista ja / tai virkistyskäyttöä. Se osa alueesta, jolla sijaitsee pääasiassa maatalousrakennuksia, kuuluu kategoriaan IV. Tämä tarkoittaa, että myös tällä alueella sijaitsevat asuinrakennukset kuuluvat kategorian IV piiriin.

Näiden neljän kategorian kuvaukset on pidetty tietoisesti melko likimääräisinä. Tämä johtuu kahdesta eri taustatekijästä. Ensiksikin kunnilla tulee olla riittävästi liikkumavaraa omien näkemysten muodostamiseen hajuhaittojen arvioinnista. Tämä ohjeisto onkin yleisluontoinen arviointikehys. Kuntien tulee soveltaa ohjeistoa omien tarpeidensa mukaan, riippuen kunnan alueella sijaitsevan karjatalouden mukanaan tuomista konkreettisista tilanteista. Tämä kuntien vastuuta vahvistava näkemys on seurausta 1995 hallituksen Tarkistetussa hajuhaittamis-tiossa esitetystä linjasta. Kyseisessä muistiossa kunnille osoitettiin ensisijainen määräysvalta hajuhaitan määrittämisessä. Toinen tekijä on näkemys, jonka mukaan koko hajuerkän alueen ympäristön luonne tulee huomioida hajuhaitan määrittämisessä. Tämä tarkoittaa, että yksittäisen asuinrakennuksen olemassaolo ei ole määrävä tekijä. Koko alueen ominaispiirteet määräävät, mikä on yksittäisen asuinrakennuksen kokema hajuhaitta. Pormestarin ja kunnanhallituksen jäsenten muodostaman raadin tulee aina perustella lupapäätöksensä. Tämän avulla kon-kretisoidaan myös kategorioiden määrittelyä.

Kategorioiden käsittelyssä sovelletaan ”ulkoa sisälle”-metodia. Tämä tarkoittaa, että huolimatta yrityksen sijainnista minimietäisyys määräytyy ensisijaisesti kategorian I mukaan. Tämän etäisyyden sisällä ei saa sijaita mitään herkkiä koh-teita, kuten on määritelty I kategorian kuvauksessa. Mikäli tämä osoittautuu sopi-vaksi, menetelmä toistetaan kategorioille II, III ja IV.

### **Kategoriajako hajuerkkien kohteiden mukaan:**

#### ***Kategoria I:***

Yrityksen välittömässä läheisyydessä sijaitsee:

- a. kaupunginomainen taajama
- b. erittäin hajuerkkiä kohteita kuten sairaalat, parantolat, vankilat ym.
- c. virkistysalueita\*)

#### ***Kategoria II:***

Yrityksen välittömässä läheisyydessä sijaitsee:

- a. taajama tai selkeästi rajattu, tiivis asuinalue muuten maataloudellisessa ympäristössä (asuintalokeskittymä, pieni kylä ym.)
- b. päiväkäyttöisiä virkistyskohteita (uima-altaat, leikkikentät, urheilukentät, golfkentät ym.)

#### ***Kategoria III:***

Yrityksen välittömässä läheisyydessä sijaitsee:

- a. enimmäkseen hajanaisesti sijoitettuja, ei-maataloudellisia rakennuksia, jotka tekevät seudusta etupäässä asuin- ja / tai virkistystoiminta-alueen.

#### **Kategoria IV:**

Yrityksen välittömässä läheisyydessä sijaitsee:

- a. muita maataloudellisia yrityksiä jotka eivät kuitenkaan ole tehokarjajäseniä (katso kohta 5), ja / tai
- b. yksittäisiä hajanaisesti sijoittuneita ei-maataloudellisia rakennuksia

\*) Virkistystoimintaa, kuten maatilamatkailua ja pienimuotoista leirintää (katso kohta 5)

\*\*) Katso kohta 4.

#### **2.2.4. Tehokarjatalous**

Kategorioiden kuvauksissa tehokarjatilat on rajattu toisiinsa nähden pois hajuherkkien kohteiden joukosta. Tämä siksi, että tehokarjatilat eivät olennaisesti kärsi naapuritilojen aiheuttamista hajuhaitoista, koska hajuhaittoja on jo heidän omalla pihalla.

Tehokarjatilojen väliseksi etäisyydeksi suositellaan lähtökohtaisesti, etäisyysdiagrammin käytön sijasta, kiinteää 50 m minimietäisyyttä. Tämä on silloin etäisyys arvioitavan eläinsuojan päästöpuolesta läheisen karjatilan asuinrakennuksen julkisivuun (minimietäisyys julkisivusta julkisivuun tulee olla jo aiemmin mainittu 25 m). Tämä 50 metrin etäisyys ei riipu yrityskoosta, mikä puolestaan etäisyysdiagrammissa liitetään etäisyyden määrittämiseen, ja estää tyydyttävästi yleisluonteista haittaa.

Karjataloudessa kyse voi olla intensiivisen ja normaalin karjatalouden muodostaman yhdistetyn karjatilan johtamisesta. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi naudankasvatusta ja sikojen tai nautankasvatusta ja siipikarjaa. Tässä tapauksessa yritystä pidetään tehokarjatilana, mikäli likasikayksikköjen määrä on 50 tai suurempi.

Mikäli etäisyys tulee määritellä muuntotyypin maataloudelliseen yritykseen (ei siis tehokarjatilaa), käytetään kategoriata IV.

#### **2.2.5. Maatilamatkailuyritykset ja pienimuotoinen leirintäyrittäminen**

Kategorioiden kuvauksissa maatilamatkailuyritykset ja pienimuotoinen leirintätoiminta ovat virkistysalueita ja näiden määrittely herkeksi kohteiksi. Tämä johtuu siitä, että tämän tyyppisen virkistystoiminnan päämääränä on nimenomaan maalaisympäristön kokeminen. Myös ohjeiston aiemmissa versioissa käytettiin samantyyppistä määrittelyä. Kuvaus on muokattu Leirintälain mukaan ja noudattaa Lakia ulkoilmassa tapahtuvasta virkistyksestä. ”Pienimuotoisella leirinnällä” tarkoitetaan pienimuotoista leirintää kuten se on määritelty Lain ulkoilmassa tapahtuvasta virkistyksestä 8. artikkelissa. ”Maatilamatkailulla” tarkoitetaan virkistystoimintamuotoa, joka määriteltiin entisen Leirintälain 22. artikkelissa, kohdassa c. Määritelmä kuului: ”tämä tarkoittaa virkistysmuotoista yöpymistä rakennuksessa, joka on osa maatalousyritystä, sekä leirintämökissä tai hirsimökissä määrittämättömän ajan, kuitenkin korkeintaan sata päivää”.

#### **2.2.6. Toiminnan muuttaminen**

Seurauksena maataloudellisten yritysten lopettamisesta yhä lisääntyvässä määrin, on monilla maatalousyrityksillä uusi, ei-maataloudellinen käyttötarkoitus. Usein kysymys on asuinkäytöstä. Tätä ilmiötä kutsutaan ”toiminnan (funktion) muuttamiseksi”. Kysymys on silloin sen tyyppisestä toiminnan muuttamisesta, joka johtaa alkuperäisen, maataloudelliseen rakenteeseen sopivan kategorian IV muuttumisesta hajuerkemmäksi kategoriaksi.

Lupahakemusta arvioidaan siitä näkökulmasta minkä hajuhaitan kyseinen yritys aiheuttaa asuinrakennuksille ja muille ympäristönsä kohteille. Sen jälkeen

arvioidaan mihin kategoriaan asuinrakennukset kuuluvat elinympäristön perusteella. Tämä tarkoittaa, että kategorianmäärittämisessä oleellisin seikka ei ole se, että rakennus on muunnettu maataloudellisesta käytöstä ei-maataloudelliseen käyttöön. Toisin sanoen: mikäli toiminnan vaihdoksen myötä karjatilasta tulee asuinrakennus, tämä ei automaattisesti johda kategorian IV muuttumiseen hajuherkemäksi kategoriaksi. Tämä pätee sekä uusrakentamiseen että toiminnan muuttamiseen. Vain mikäli hajuherkkää kohdetta ympäröivällä alueella tapahtuu paljon muutoksia (jolloin yhden kohteen toiminnan muutos muodostaa osan kokonaisuudesta), voi kunta päättää kategorian muutoksesta toiseksi kategoriaksi.

Toiminnan muutos voi myös ilmetä karjatilalohkomisena, jossa alkuperäinen tilan asuinrakennus voi vaihtaa omistajaa samalla kun tuotantorakennukset pysyvät toiminnassa. Tässä tapauksessa ei useimmiten pystytä toteuttamaan minimietäisyyttä asuinrakennuksen ja tuotantorakennusten välillä. Sellaisessa tapauksessa katsotaan, että jos kerran uusi asukas oli tilanteesta tietoinen asumaan asettuessaan, ei ole kohtuullista asettaa rajoituksia karjataloudelle. Sääntönä tässä pätee, että jos asuinrakennus ja karjatila sijaitsevat saman, yleiskaavassa määritetyn rakennuskeskittymän alueella, asuinrakennus ei muodosta tämän ohjeiston mukaista herkkää kohdetta, joka karjatilalohkomisen tulisi huomioida. Mikäli karjatila hakee tulevaisuudessa merkittävää laajennuslupaa, täytyy arvioida onko samassa rakennuskeskittymässä sijaitsevan asuinrakennuksen käyttäjä kyennyt kohtuullisessa määrin ennakoimaan laajennuksen.

Mikäli tehokarjatila sijoitetaan normaalin karjatilalohkoihin, kysymys on aina arvioinnin muuttamisesta asuinrakennuksen suhteen. Tässä tapauksessa 50 metrin kiinteä etäisyys ei enää päde.

#### 2.2.7. Kokeelliset eläinsuojat

Ammoniakkia ja karjataloutta koskevassa säännöstössä (Uav) mainitaan myös ”kokeelliset eläinsuojat”. Tämä säännöstö on tarkoitettu mahdollisuudeksi kehittää sellaisia uusia eläinsuojia, joilla on alhaiset ammoniakkipäästöt. Tällöin lupa myönnetään ministeriön asettaman tilapäisen ammoniakin päästökertoimen perusteella. On toivottavaa, että myös uusien eläinsuojien, joilla on alhaiset hajupäästöt, kehittämiseksi olisi samanlaisia mahdollisuuksia. Tämä koskee luvan myöntämistä eläinten sijoitusjärjestelmille sikäli kuin hajun laskentakerointoa ei ole vielä asetettu.

Mikäli lupaa pyydetään eläinsuojalle, jolle ei ole olemassa taulukon 1 mukaista laskentakerointoa, tulee eläinsuojalle asettaa tilapäinen laskentakerointo. Huomioiden, että päinvastoin kuin ammoniakin ollessa kyseessä, hajulle ei ole olemassa ministeriön asettamaa laillista päästökerointoa, kunnat voivat itse asettaa tilapäisen laskentakertoimen hajulle. Laskentakertoimen määrittämisen suhteen on toivottavaa, että kunta tukeutuu alueellisen ympäristöhygieniaviranomaisen ohjeisiin.

Mikäli kyseinen eläinsuoja toteutetaan, tulee siitä tehdä päästötutkimus. Mittaustutkimuksen tulosten selvittyä (tutkimuksen tulee vastata sopivaa mittaustutkimusprotokollaa), voidaan ajan kuluessa arvioida (sillä välin myönnetyn luvan oikeuksien myötävaikutuksella), pitääkö lupaa muokata.

#### 2.2.8. Ohjeiston käänteiset vaikutukset

On tärkeää, että kunnat arvioivat kaavoituspolitiikassaan miten ongelmatilanteita ehkäistään. Hajuherkkien kohteiden ja hajua aiheuttavien yritysten alueellinen erottaminen on siten merkityksellinen instrumentti. Tämä aiheuttaa sen, että samanlaisissa ongelmatilanteissa voidaan ottaa huomioon, että suurta osaa maa-seutualueesta käytetään maataloudelliseen tarkoitukseen - sallia haittaherkkiä kohteita alueelle etäisyysdiagrammin mukaisesti. Tällöin tulee huomioida, että

kyse ei ole todellisen tilanteen, vaan kaavoitusmääräysten arvioinnista, jolloin etäisyysmääritys ei käytä lähtökohtana hajuherkkien kohteiden julkisivuja vaan rakennuskeskittymää, jonka maarajoista on kysymys.

### 2.3 Alueellinen arviointi

Luvussa 2.2 kuvailtu arviointimetodi on yksittäisille määräyksille. Monille kunnille tämä on likipitään riittävä menetelmä. Jos kuntien mielestä on välttämätöntä, voivat ne valita toisen menetelmän eli alueellisen arvioinnin. Tämä arviointimenetelmä ei käytä hyväkseen ympäristökategorioita. Yksittäisessä arvioinnissa kategorioiden toteaminen tehdään joka kerta uudelleen yksittäisten lupakysymysten johdosta. Aluesuuntautunut arviointi toimii siten, että kunta määrittää aluekategorian ja paljonko maataloudellista hajuhaittaa alueella saa esiintyä.

Alueellisessa arvioinnissa kunta laatii yleisen harkintakehyn, jota käytetään yksittäisten lupakysymysten käsittelyssä. Harkintakehy on kunnan oma tulkinta ympäristökategorioista, joka tehdään kunnan eri osien tosiasiallisten ominaisuuksien perusteella ilmentäen siten alueen maankäyttöä. Valintojen tekemiseksi tulee huomioida sekä haitoille altistuva ympäristö että haitoille altistuvien alueiden hajuherkkyys. Tällä tavalla kunta voi arvioida useammasta karjatilasta aiheutuvan päällekkäisen hajuhaitan ja sovittaa arvioinnin kokonaisvaltaiseen ympäristö- ja kaavoituspolitiikkaan.

Alueellisen arvioinnin ydin koostuu siitä, että kunta määrää mikä osa kunnan alueesta kuuluu mihinkin aluekategoriaan. Lähtökohtana toimivat kategoriakuvaukset yksittäisten eläintilojen arviointiohjeesta. On hyvinkin mahdollista, että kunnat itse määrittelevät tarkemmin tai yksityiskohtaisemmin näitä asetettuja kuvauksia. Esimerkiksi eräs kunta antoi kategoriaan I kuuluville virkistysalueille minimikoon, jolloin pienemmät kohteet sijoitettiin toiseen kategoriaan.

Mikäli alueellinen arviointi valitaan, tekee kunnan pormestarin ja kunnanhallituksen jäsenten muodostama raati jaon neljään eri kategoriaan. Kunnanvaltuuston tulee vahvistaa tämä jako. Jako merkitään kaavoihin ja se varustetaan perusteluilla ja selityksillä. Kaavoihin merkitään alueet, joihin pätee niillä sijaitsevien herkkien kohteiden mukaisesti kategoriat I, II, III ja IV. Kunnat voivat päättää, otetaanko alueellisen arvioinnin seuraukset suoraan vai ajan myötä alueita sitovaan yleiskaavaan. Lisäksi suositellaan, että täten tehty kunnallinen jako, millä on kaavoituksellisia seurauksia, huomioi myös provinssin kaavoituspolitiikan. Näin voidaan välttyä siltä, että eläinsuojalle annettu ympäristölupa hylättäisiin provinssissa kaavoituksellisten ongelmien vuoksi.

Alueellisen arvioinnin avulla voidaan ratkaista demokraattisella menetelmällä selvästi ja oikeudenmukaisesti kysymys siitä, mitkä taajamaosat kuuluvat kategorioihin I ja II ja mitkä osat III:n ja IV:n maaseutualueisiin. Tätä ratkaisua käytetään sen jälkeen yksittäisten lupakysymysten käsittelyssä. Hakemusten arvioinnissa voidaan tarkastella alueiden mukaan piirrettyjä kaavoja, joista nähdään mihin kategoriaan karjatilaa ympäröivät hajuherkät kohteet kuuluvat. Yleensä ottaen hakemuksen arviointi tapahtuu samalla tavalla kuin yksittäisessä arvioinnissakin.

Erillistä huomiota ansaitsee toiminnan muutoksen aiheuttama ero, mikäli alueellinen arviointi on laadittu. Mikäli olemassa oleva maataloudellinen yritys kuuluu kategoriaan III elinympäristöön ja samalle alueella sijoitetaan asuinrakennus, tulee kunnan tapauskohtaisesti punnita tuleeko etäisyysarkintaa soveltaa kategoriaan III vai kategoriaan IV mukaan. Lähtökohtana tässä on uusien ongelmakohtien rajoittaminen niin hyvin kuin mahdollista.

#### 4. HAJUHAITTOJEN KUMULOITUMINEN

##### *Johdanto*

Mikäli kunta arvioi karjatilán aiheuttamia hajuhaittoja, tulee ottaa huomioon myös ”kumulatiivinen vaikutus”. Tämä on useamman karjatilán hajuerkille kohteille aiheuttaman hajuhaitan yhteisvaikutus.

Kumulatiivinen arviointi on ylimääräinen arviointiaskele yksittäisen arvioinnin lisäksi, joka on esitelty luvuissa 2 ja 3. Tämä tarkoittaa sitä, että kunnassa tutkitaan missä määrin karjatilán uudelleenkäyttöönotto tai laajentaminen lisää (ehkä jopa kestäättömästi) sitä hajuhaittaa, mikä aiheutuu jo olevien karjatilojen yhteenlasketuista hajupäästöistä. Tässä luvussa kerrotaan, miten kumulatiivisen vaikutuksen arviointi tapahtuu. Tässä esitelty metodi on johdettu ”Tehokarjatalouden kumulatiivisen hajuhaitan arviointi” - julkaisusta, jonka Ympäristöministeriö julkaisi 1985. Tuossa julkaisussa ei aikoinaan vielä selkeästi esitetty, missä tilanteissa menetelmä soveltuu lupaharkinnan avuksi. Tällä välin toteuttamiskäytännön ja siitä johtuneen oikeuskäytännön perusteella on saatu lisätietoa menetelmän soveltuvuudesta. Tämä lisätieto on johtanut menetelmän rajoittamiseen ja yksinkertaistamiseen. Täten metodi on laadittu sopivaksi lupaharkintakäyttöön.

##### *Arviointimenetelmän kuvaus*

Menetelmän päämäärä on tutkia hajuerkän kohteen hajukuormitusta, joka johtuu kohdetta ympäröivien karjatilojen yhdessä aiheuttamasta hajusta. Kumulatiivinen hajuhaitta lasketaan (jokaiselle) hajuerkälle kohteelle käyttäen hyväksi jokaisen olemassa olevan karjatilán suhteellista osuutta hajusta ja laskemalla osuudet yhteen.

**Jokaisen karjatilán suhteellinen osuus ilmaistaan osamäärässä:  $n/N$ .**

Täten  $n$  = lupahakemuksessa mainittujen lihasikayksikköjen määrä; tai jos kyseessä on jo olemassa oleva tila, luvassa mainittu lihasikayksikköjen määrä.

$N$  = lihasikayksikköjen maksimimäärä mikä karjatilalla voi olla hajuohteiden perusteella.

Tässä lähdetään etäisyydestä, joka vallitsee karjatilán ja kumulatiivisen tutkimuksen kohteen välillä. Huomioitava on, että tämä ei ole aina sama kuin se lihasikayksikköjen määrä mille tilanomistajalla on lupa. Määrä voi nimittäin perustua toiseen, lähempänä sijaitsevaan hajuerkkään kohteeseen.

Suhteellisten osuuksien toteamisella on sama merkitys kuin tutkimalla karjatilán yhdenkertainen hajukuormitus. Tämä tarkoittaa sitä, että suhteellista osuutta ei lasketa eläinsuojan, vaan karjatilán (Ympäristöhallintalain käyttämän ”laitoksen”) mukaan. Karjatilán ja herkän kohteen välinen etäisyys määritetään myös samalla tavalla kuin yksittäisessä arvioinnissa: se mitataan kyseisen karjatilán kohdetta lähimmästä päästöpiesteestä. Hajuerkkien kohteiden jako pohjautuu samaan kategoriakuvaukseen kuin yksittäisessä arvioinnissa tai kunnan tekemään aluekohtaiseen jakoon.

Tässä toistettu kumulointimenetelmän arviointi jaetaan kahteen eri sovellustasoon. Suhteellisen lyhyille etäisyyksille suhteelliset osuudet lasketaan täydellisesti. Se tehdään etäisyyksille, joiden maksimimäärä on etäisyysdiagrammin 2500 lihasikayksikköä. Myös tämän etäisyyden ulkopuolella täytyy tutkimus suorit-

taa, jos kyse on kumulatiivisen hajuhaitan suhteellisista osuuksista. Suuremmille etäisyyksille metodia sovelletaan rajoitetusti. Tämä tarkoittaa, että näille etäisyyksille suhteellinen etäisyys lasketaan mukaan vain, jos se on sama tai korkeampi kuin 0,5.

Ennen kuin kumulatiivinen arviointi voidaan toteuttaa täytyy ensin todeta, mitkä hajuerkät kohteet karjatilän ympäristössä täytyy huomioda. Ensinnäkin kaikki karjatilän ympärillä sijaitsevat hajuerkät kohteet, joiden etäisyys tilaan on pienempi tai yhtä suuri kuin 2500 lihasikayksikköä vastaava etäisyys, tulee huomioda. Toisin sanoen tutkittavia kohteita ovat:

- yrityksen päästöpuolesta 400 metrin säteellä sijaitsevat I kategorian kohteet;
- yrityksen päästöpuolesta 320 metrin säteellä sijaitsevat II kategorian kohteet;
- yrityksen päästöpuolesta 200 metrin säteellä sijaitsevat III kategorian kohteet;
- yrityksen päästöpuolesta 130 metrin säteellä sijaitsevat IV kategorian kohteet;

Sen lisäksi huomiodaan kaikki hajuerkät kohteet mainittujen etäisyyksien ulkopuolella, mikäli lupaa hakevan tilän suhteellinen osuus on sama tai suurempi kuin 0,5. Kaikkien tällä tavoin identifioitujen hajuerkkien kohteiden suhteen tutkitaan onko kyse kohtuuttomasta kumulatiivisesta hajuhaitasta. Tällöin lupahakemusta kohti arvioidaan useita hajuerkkiä kohteita kumulatiivisen hajuhaitan vuoksi.

Seuraavaksi täytyy selvittää mitkä karjatilat ovat relevantteja tutkimuskohteita kumulatiivisen hajuhaitan näkökulmasta kullekin hajuerkälle kohteelle. Tämä tehdään siten, että kohteen ympäri vedetään ympyrä, jonka säde vastaa etäisyysdiagrammin etäisyyttä 2500 lihasikayksikölle.

#### **Tämä on täten:**

- I kategorian kohteelle 400 m
- II kategorian kohteelle 320 m
- III kategorian kohteelle 200 m
- IV kategorian kohteelle 130 m

Kaikki karjatilat, joiden päästöpuolesta sijaitsee tällä, herkkää kohdetta ympäröivällä säteellä, otetaan mukaan jokaisessa kumulatiivisessa laskentatapauksessa. Näiden etäisyyksien ulkopuolella arvioidaan kaikkia niitä karjatilajoja, joiden tuottama suhteellinen osuus on vähintään 0,5.

Kun kaikki täten todettujen karjatilajojen suhteellinen osuus on laskettu, hajuerkän kohteen koko kumulatiivinen hajuhaitta todetaan laskemalla nämä osuudet yksitellen yhteen.

Koko kumulatiivinen hajuhaitta =  $n_1/N_1 + n_2/N_2 + n_3/N_3$  jne. Hajuerkän kohteen koko kumulatiivinen hajuhaitta on kohtuuton, jos se on suurempi kuin 1,5.

#### *Huomioita menetelmästä*

Yllä kuvattu menetelmä on yksinkertaistettu ja rajattu versio laskentatapauksesta, joka esiteltiin jo mainitussa julkaisussa. Yksinkertaistetussa menetelmässä suhteellinen osuus lasketaan yrityskohtaisesti (tuotantosuunta), ei eläinsuojakohtaisesti kuten ennen. Tämä tarkoittaa, että vain yksi testauskriteeri pätee, nimittäin kerroin 1,5. Tämä valinta liittyy menetelmän myös hajuhaitan yksittäiseen määrittämiseen.

Rajoitetussa menetelmässä pääasiassa vain hajuerkän kohteen välittömässä ympäristössä sijaitsevat karjatilat otetaan mukaan laskentaan. Ne karjatilat, jotka

sijaitsevat välittömän ympäristön ulkopuolella huomioidaan vain, mikäli ne ovat suhteellisen suuria yrityksiä (suhteellinen osuus sama tai suurempi kuin 0,5). Syynä näihin rajoituksiin ovat menetelmän tarkkuudesta saadut havainnot. Kumulatiivinen menetelmä perustuu etäisyysdiagrammista saatuu tietoon sekä laskentakertoimiin. Näissä molemmissa on epätarkkuusmarginaali. Tämä marginaali kasvaa lähellä sitä etäisyyttä mistä kumulatiivinen vaikutus määritetään. Tämän vuoksi menetelmää on sovellettu vain niihin karjatiloihin, jotka sijaitsevat hajuherkän kohteen välittömässä läheisyydessä, ja melko suuriin karjatiloihin. Rajoitus on yhteydessä etäisyysdiagrammin laajuuteen. Tämä määriteltiin maksimietäisyyden kautta tutkittaessa yrityskoon ja hajuhaitan välistä suhdetta etäisyysdiagrammia kehitettäessä. Mikäli tulevaisuudessa on saatavilla parempaa tietoa eläinsuojien hajupäästöistä, se voitaisiin yhdistää parempien laskentamallien kanssa.

#### *A.m.v.b.-yritykset.<sup>1</sup> ja kumulatiivinen määrittäminen*

Yritykset jotka ovat yleisten hallintotoimenpiteiden alaisia, kuten päätökset "Maitokarjatilojen ympäristöhallinto" ja "Peltoviljelytilojen ympäristöhallinto" voivat pitää 50 lihasikayksikköä 50 m tai toisinaan 25 lihasikayksikköä 25 m etäisyydellä herkästä kohteesta (ja lisäksi 50 lammasta). Tämä ja muut seikat riippuvat yrityksen tilanteesta ja mitä a.m.v.b.:tä sovelletaan. Mitä tarkalleen sovelletaan täytyy tapauskohtaisesti selvittää kyseessä olevan a.m.v.b.:n perusteella. Mikäli nautakarjan määrä ei vielä ole saavuttanut maksimikokoa, se voi jatkaa ilman ympäristöluvan myöntämistä. A.m.v.b.:tä laadittaessa nämä rajat valittiin siten, että tämän tyyppisille yrityksille voidaan taata hajuhaitan riittävä rajoittaminen.

Kuten aiemmin on selvitetty, karjatilauksen suhteellisen osuuden määrittämisessä verrataan tilan ympäristöluvassa mainittua todellista lihasikayksikkömäärää suurimpaan sallittuun lihasikayksikkömäärään. A.m.v.b. -yrityksille "luvallisten" lihasikayksikköjen määrä on sama kuin tosiasiallisesti läsnäolevien lihasikayksikköjen määrä. Luvallisten lihasikayksikköjen määrää ei näille yrityksille päätellä etäisyysdiagrammista, vaan a.m.v.b.:ssä annetuista normeista. Tästä seuraa, että a.m.v.b. -yritysten korkein suhteellinen osuus on 1. Niille yrityksille, jotka sijaitsevat kauempana kuin minimietäisyyden päässä a.m.v.b.:stä, lasketaan pienempi suhteellinen osuus.

#### *Kumulatiivisen määrittäksen soveltaminen kohta kohdalta:*

##### *1. Määritetään:*

- Yrityksen päästöpuolesta 400 m säteellä sijaitsevat I kategorian kohteet
- Yrityksen päästöpuolesta 320 m säteellä sijaitsevat II kategorian kohteet
- Yrityksen päästöpuolesta 200 m säteellä sijaitsevat III kategorian kohteet
- Yrityksen päästöpuolesta 130 m säteellä sijaitsevat IV kategorian kohteet

2. Määritetään 1. kohdassa mainittujen etäisyyksien ulkopuolella sijaitsevat hajuherkät kohteet joiden hajukuormitukseen yrityksen suhteellinen osuus on 0,5 tai suurempi.

3. Mikäli kohdassa 1. annettujen etäisyyksien sisäpuolella sijaitsee jokin hajuherkä kohde, tai jos kohde täyttää kohdassa 2. annetun kriteerin, kohteen ympärille piirretään:

<sup>1</sup> Yleisten hallinnollisten ohjeiden alaiset pienemmät yritykset tai tilat, joiden ei tarvitse hakea toiminnalleen ympäristölupaa. Tällaisille tiloille riittää yleensä 50 metrin suojaetäisyys.

AMvB Algemene van Bestuur (yleinen hallinnollinen määräys).

- Kattegoria 1. 400 m ympyrä
- Kattegoria 2. 320 m ympyrä
- Kattegoria 3. 200 m ympyrä
- Kattegoria 4. 130 m ympyrä

4. Kaikille niille yrityksille joiden päästöpiisteet sijaitsevat piirretyn ympyrän sisäpuolella:

- Määritetään niiden lihasikayksikköjen lukumäärä joille ympäristölupa on myönnetty tai haettu tai jotka ovat olemassa a.m.v.b.:n kehysten mukaisesti (n).
- Määritetään se lihasikayksikköjen lukumäärä, joka on sallittu etäisyysdiagrammin perusteella (todellinen etäisyys herkkään kohteeseen) tai a.m.v.b.:n mukainen, olemassa oleva maksimimäärä (N).

5. Yritystä kohti suoritetaan laskutoimenpide  $n/N$ . Tämä kertoo yksittäisen yrityksen suhteellisen osuuden.

6. Etsitään piirrettyjen ympyröiden ulkopuolella sijaitsevat, tarpeeksi suuret karjatilat joiden suhteellinen osuus on yhtä suuri tai suurempi kuin 0,5.

7. Kaikkien asianomaisten karjatilojen yksittäiset suhteelliset osuudet lasketaan yksitellen yhteen. Tuloksena on hajuherkän kohteen koko kumulatiivisen hajuhaitan arvo.

8. Maksimiarvo on 1,5.

9. Kohdat 3-7 toistetaan kaikille kohtien 1 ja 2 mukaan todetuille hajuherkille kohteille.

## TAULUKKO 1. LIHASIKAYKSIKÖIDEN KERTOIMET

Kategoria	Kuvaus	Eläinpaikkojen määrä lihasikayksikköinä
A	NAUTAKARJA	
A1	yli 2-v.lypsy- ja emolehmät	ks. taulukko 2.
A2	yli 2-v. emolehmät ja muu nautakarja	ks. taulukko 2.
A3	alle 2-v. hiehot	ks. taulukko 2.
A4	lihavasikat (valkoisen lihan tuotanto)	1
A5.1	lihasonnit 0-6 kk.	3
A5.2	lihasonnit 6-24 kk.	1
B	LAMPAAT	
B1	yli 1-v. lampaat, mukaan lukien karitsat	3



C	VUOHET		
C1	yli 1-v. vuohet, mukaan lukien kilit		3
D	SIAT		
D1.1	porsaas	Tavalliset sikalat	11
		Vihreät sikalat	22
D1.2	emakko porsaineen		
		Tavalliset sikalat	1,5
		Vihreät sikalat	2,3
D1.3	joutilaat ja kantavat emakot	Tavalliset sikalat	3,0
		Vihreät sikalat	4,2
D2	karjut, 7 kk ja sitä vanhemmat		1,5
D3	lihasiat, siitoskarjut ja siitosemakot	Tavalliset sikalat	1
		Vihreät sikalat	1,4
E	KANAT		
E1	siitoskanat ja munivat kanat, alle 18 viikkoa vanhat		
E1.1	avoin lantala "patterin" alla		18
E1.1	avoin lantala "patterin" alla, jonka yhteydessä on sääntöjen mukainen, suljettuun säiliöön johtava viemäri		36
E1.2	lietelannan hihnapatteri, jonka yhteydessä on suljettuun säiliöön johtava viemäri (vähintään 2 kertaa viikossa) (Vihreä leima)		144
E2.3	tiivis patteri, josta lietelanta johdetaan kahdesti päivässä keskushihnalle ja viemäroidään suljettuun lantalaan		144
E1.4	patteri, jossa on automaattinen lannankuivaus (kanavoitu kanala)		72
E1.5	automaattisella lannankuivauksella varustettu lantahihnapatteri, josta on lisäksi suora lantaviemäri laitokseen tai suljettuun lantalaan, jossa lantaa säilytetään maksimissaan 2 viikkoa (Vihreä leima)		144
E1.6	lattiakanala (olki, ritilälattia)		54
E2	munituskanat (kuten [suuret] vanhat eläimet)		
E2.1	avoin lantala patterin alla		15
E2.1	avoin lantala patterin alla, jonka yhteydessä on sääntöjen mukainen, suljettuun säiliöön johtava viemäri		30
E2.2	lietelannan hihnapatteri, jonka yhteydessä on suljettuun säiliöön johtava viemäri (vähintään 2 kertaa viikossa) (Vihreä leima)		30
E2.3	tiivis patteri, josta lietelanta johdetaan kahdesti päivässä keskushihnalle ja viemäroidään suljettuun lantalaan		120
E2.4	patteri, jossa on automaattinen lannankuivaus (syvä kanala tai korkea kanala, kanavoitu kanala)		60
E2.5	automaattisella lannankuivauksella varustettu lantahihnapatteri, josta on lisäksi suora lantaviemäri laitokseen tai suljettuun lantalaan, jossa lantaa säilytetään maksimissaan 2 viikkoa (Vihreä leima)		120
E2.5	automaattisella lannankuivauksella varustettu lantahihnapatteri ilman suoraa lantaviemäriä laitokseen tai suljettuun lantalaan		60
E2.6	lattiakanala (olki, ritilälattia) (tonkivat kanat)		45

## TAULUKKO 2. KIINTEÄT ETÄISYYDET

A	NAUTAKARJA	
A1, A2 ja A3	nautakarja, paitsi lihakarja ja ne tilat jotka kuuluvat "Lypsykarja-tilojen ympäristösäädöksen" alaisuuteen	
	ympäröivä kategoria I ja II	100
	ympäröivä kategoria III ja IV	50
H	TURKISELÄIMET: MINKIT JA KETUT (tavalliset tarhat)	
	tarhalla < 1000 emominkkiä tai < 650 emokettua	
	ympäröivä kategoria I	175
	ympäröivä kategoria II	150
	ympäröivä kategoria III	100
	ympäröivä kategoria IV	75
	tarhalla 1000-1500 emominkkiä tai vastaavasti 650-900 etäisyyttä tulee emokettua	kasvattaa 25 m
	tarhalla 1500-3000 emominkkiä	etäisyyttä tulee kasvattaa 50 m
	tarhalla 3000-6000 emominkkiä	etäisyyttä tulee kasvattaa 75 m
	tarhalla > 6000 emominkkiä: riippuen paikallisesta tilanteesta	yksilöllinen harkinta
	vihreän leiman minkkitarhat, joihin voidaan soveltaa vain kategoriaa III tai IV	etäisyyttä voi pienentää 25 m
	Tarhoja, joilla on sekä minkkejä että kettuja käsitellään arvioinnissa siten, että 15 emominkkiä vastaa 10 emokettua	
K	HEVOSET	
K1	täysikasvuiset hevoset	ei määritelty
K2	siitosoriit	ei määritelty
K3	aikuiset ponit	ei määritelty
K4	siitosponit	ei määritelty
L	STRUTSIT	
	Strutsieläimet, mukaan lukien siitoseläimet	ei määritelty

## Odor Setback Guideline

### ODOR SOURCES

Pig numbers:

Pig type	Number	Pig type	Number
Nursery	<input type="text"/>	Gestating	<input type="text"/>
Grower	<input type="text"/>	Farrowing	<input type="text"/>
Finishing	<input type="text"/>	Boars	<input type="text"/>

Encompass all odor sources into a rectangle on the layout map of the production facility. Specify the *orientation* of the source rectangle and calculate its *length to width ratio*:(L/W)

Orientation:	<input type="text"/>	L/W ratio:	<input type="text"/>
--------------	----------------------	------------	----------------------

Answer the following questions:

Manure is removed from each building how often?	<input type="text"/>
The ratio of water to manure is:	<input type="text"/>
Is there outdoor liquid manure storage at the site?	<input type="text"/>

### ODOR ABATEMENT

Odor emission reduction applied to buildings is (0 to 70%):	<input type="text"/>
Odor emission reduction applied to outdoor liquid manure storage is (0-70%):	<input type="text"/>

### ODOR DISPERSION INFORMATION: Wind Frequency, Topography and Land Use Factors

For each of the directions from the facility, enter *wind frequency*, *topography classification*, and *land use factor*. When all data is entered, click the "Calculate!" button.

Direction	Frequency	Direction	Frequency	Direction	Frequency	Direction	Frequency
N	<input type="text"/>	E	<input type="text"/>	S	<input type="text"/>	W	<input type="text"/>
NNE	<input type="text"/>	ESE	<input type="text"/>	SSW	<input type="text"/>	WNW	<input type="text"/>
NE	<input type="text"/>	SE	<input type="text"/>	SW	<input type="text"/>	NW	<input type="text"/>
ENE	<input type="text"/>	SSE	<input type="text"/>	WSW	<input type="text"/>	NNW	<input type="text"/>

Direction	Topography	Land Use Factor
N	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NW	<input type="text"/>	<input type="text"/>
W	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SW	<input type="text"/>	<input type="text"/>
S	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SE	<input type="text"/>	<input type="text"/>
E	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NE	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Calculate!

**Esimerkkitilanteen kuvaus:****Eläinmäärä ja tyyppi**

porsaasat	310
emakot	31
joutilaat ja kantavat emakot	60
lihasiat	300

*Ympäristö*

(taajama, metsä, virkistysalue)

Etelässä ja lännessä peltoa, muualla harvaa kangasmetsää.

Naapurin asuntoon 60 metriä. Muita häiriytyviä kohteita ei lähellä.

*Vallitseva tuulen suunta lähimpään asutukseen nähden*

Vallitseva tuulensuunta koillisessa olevaa lähintä naapuria kohti. Välissä harva puusto.

*Ilmastointi*

3 imuria, yläpuolinen ilmastointi.

*Poistojen korkeus kattoon nähden ja ilmanvaihdon määrä (max)*10 000 m<sup>3</sup>/h  
2 metrin putket katolla*Maasto*

- tasainen, laakso, mäkinen

tasainen

*Lannankäsittely*avoin kuivalantala 31 emakolle 127 m<sup>2</sup> ja  
102 m<sup>3</sup> betonilla katettu virtsasäiliö.  
680 m<sup>3</sup> kiinteästi katettu lietesäiliö.*Ruokinta*- kuivarehu  
- nestemäinenlihasiat ja joutilaat kuivarehu  
porsailla nestemäinen**Tulos:***Vähimmäisetäisyys eri maiden ohjeiden mukaan yllä kuvatussa tapauksessa*

Hollanti	Saksa	Sveitsi	Ruotsi	Suomi (YM 2001)
50 - 80 m	200-270 m	158 m	200 m	190 m

Maa	NL	DE	CH	S	FIN (YM 2001)
<b>Periaate</b>	Määritetään hajupäästö lihasikayksikköinä (mve)	Määritetään hajupäästö eläinmassayksikköinä (GV = 500 kg)	Määritetään hajukuorma eläinmäärän perusteella ( $GB = \sum Z \cdot f_g$ )	Vähimmäisetäisyys 200 m tai 500 m eläinmäärän perusteella (eläinyksikköinä)	Määritetään hajukuorma eläinmäärän perusteella (eläinyksikkökerroin)
<b>Eläinkohtaiset painotukset</b> - porsas - j. emakko - k. emakko - lihasika	0,09 0,33 0,67 1	0,15 0,30 0,35 0,25	$f_g$ 0,15 0,30 0,35 0,25	— 0,1 0,3 (porsaat mukaan lukien) 0,1	(0,4) 1 3,4 1
<b>Eläinsuojan tekniset tiedot</b>	Ei huomioida	Lannan käsittely Ilmastointi Ruokinta (yhteensä 8 kohtaa)	Lannan käsittely Ilmastointi Siisteys Ruokinta Hajua vähentävät toimet		Huomioidaan yleisesti Lannan varastointi, Ruokinta Poistoilman käsittely
<b>Ympäristö</b>	Määritellään käytön mukaan (I - IV)	maasto	Alueen korkeus ja maasto		Käytön ja tulen suunnan mukaan
<b>Etäisyys</b>	Arvioidaan käyrästön mukaan 4 käyrää alueen mukaan	Arvioidaan käyrästön mukaan 4 käyrää teknisten olosuhteiden mukaan	Arvioidaan kaavan mukaan	200 m, jos eläinyksikkömäärä < 200 500 m jos eläinyksikkömäärä > 200.	Arvioidaan käyrästön mukaan
<b>Lopullinen etäisyys</b>		Mahdollista vähentää → 50 % alueen käytön mukaan	Mahdollista kasvattaa alueen käytön mukaan		

**Keski-Euroopassa tyypillisiä eläintuotantorakennusten suunnittelu- (käyttö) parametreja.**

Eläimen keskimääräinen energiapäästö QA (jatkuva lihotus välillä 30 ja 100 kg):	188 W/sika
Tilavuusvirran vähimmäisarvo $V_{\min}$ /sika	
(arvo perustuu sisäilman suurimman hyväksyttävän CO <sub>2</sub> -pitoisuuteen (3000 ppm)	13,1 m <sup>3</sup> /h
Maksimaalinen tilavuusvirta sikaa kohti laskettuna:	
(arvo perustuu kesäisen ulko- ja sisälämpötilan 3 K:n eroon ( $T_s = 30$ °C)	66,0 m <sup>3</sup> /h
Rakennuksen pinta-ala (katto, seinät, ikkunat, ovet) eläintä kohti laskettuna	1,35 m <sup>2</sup> /sika
Lämmönjohtavuuskerroin U	2,0 W/m <sup>2</sup> K
Termostaatin asetusarvo Tc	18 °C
Termostaatin vaihteluväli $\Delta T_c$	4 K
Edellä esitetyt arvot ovat tyypillisiä noin 1000 lihasian tuotantoyksikölle.	

*Lähde:*

Schauberger, G., Piringer M., & Petz, E. 2001. Separation distance to avoid odour nuisance due to livestock calculated by the Austrian odour dispersion model (AODM). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 87 s. 13-28.

# Kuvailulehti

Julkaisija	Länsi-Suomen ympäristökeskus	Julkaisuaika	Toukokuu 2002
Tekijä(t)	Mona Arnold		
Julkaisun nimi	Eläinsuojien hajuhaitat - ohjeistusmallit, arviointi ja vähentäminen sekä käytäntö eri maissa. SUSIES - Loppuraportti 15.3.2002		
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Suomen kotieläintuotannon yksikkökoot ovat merkittävästi kasvamassa. Suuria tuotantorakennuksia ja asuintaloja rakennetaan yhä lähemmäksi toisiaan ja sen seurauksena hajuhaitan merkitys korostuu. Eläinyksiköiden hajuhaittojen hallinnasta ei toisaalta vielä ole yhtenäistä käytäntöä.</p> <p>Raportti on katsaus kotieläintuotannon hajupäästöjen vallitsevaan teknologiseen kehitystasoon. Selvitys tehtiin noin kymmenestä Euroopan ja Pohjois-Amerikan maasta kerätyn materiaalin pohjalta. Selvitys sisältää yhteenvedon hajun muodostumismekanismeista, eläinsuojien hajun määrittämisestä ja mittaustuloksista, sekä hajun ympäristövaikutuksista. Lisäksi selvitykseen on koottu tietoa eläintuotannon hajua vähentävistä tekniikoista. Tutkimusten kohteina ovat useimmiten olleet sikalat, jotka aiheuttavatkin suurimmat hajuongelmat.</p> <p>Selvityksessä on myös esitetty eri maissa käytössä olevat viranomaisohjeet tai normit ja niiden perusteet hajuhaitan vähentämiseksi. Tarkempia ohjeita eläinsuojien ympäristön suoja- vyöhykkeiden leveyden laskemiseksi hajuhaitan ehkäisemiseksi on laadittu mm. Saksassa, Tanskassa ja Hollannissa Yleisesti empiirisiin kaavoihin perustuvia hajuohjeita ollaan paraikaa kehittämässä uuden tutkimustiedon pohjalta.</p> <p>Raportissa esitetyt kirjallisuustiedot tulisi täydentää suomalaisissa olosuhteissa tehdyillä mittauksilla, jolloin saadaan objektiivista ja oikeaa tietoa eläintuotannon hajukuormasta ja sen vähentämisestä. Kootut tulokset antaisivat viranomaisille tutkittuun tietoon perustuvia työkaluja ympäristölupaprosessiin ja riitatapauksien selvittämiseen. Samalla tieto tukisi myös maataloustuottajia hajukuorman vähentämisessä ja ympäristölupien haussa.</p>		
Asiasanat	Kotieläintuotanto, hajuhaitta, viranomaisohjeet, hajun vähentäminen		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Alueelliset ympäristöjulkaisut 264		
Julkaisun teema			
Projektihankkeen nimi ja projektinnumero	Suurten eläinsuojien sijoittamisedellytykset - esiselvitys (SUSIES)		
Rahoittaja/ toimeksiantaja	T&E -keskukset / Länsi-Suomen ympäristökeskus		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot			
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-1143-7	
	Sivuja 88	Kieli Suomi	
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 12,45 eur	
Julkaisun myynti/ jakaja	- Länsi-Suomen ympäristökeskus, puh. (06) 367 5211, sähköposti: neuvonta_lsu@ymparisto.fi - Edita Oyj, puh. 020 450 05, sähköposti: asiakaspalvelu@edita.fi		
Julkaisun kustantaja			
Painopaikka ja -aika	Ykkös-Offset Oy, Vaasa 2002		

# Presentationsblad

Utgivare	Västra Finlands Miljöcentral	Datum	Maj 2002
Författare	Mona Arnold		
Publikationens titel			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt			
Sammandrag	<p>Produktionsenheterna inom djuruppfödningen blir allt större i Finland. Stora anläggningar och boningshus byggs allt närmare varandra med följden att luktolägenheterna i omgivningen kan bli betydande. Därtill finns det inget enhetligt sätt att kontrollera luktbesvär från djurgårdar.</p> <p>Rapporten är en översikt på kunskapsnivån inom luktemissionsteknologin. Utredningen gjordes på basen av material som samlats in från ett tiotal länder i Europa och Nordamerika. Rapporten innehåller ett sammandrag över hur lukten uppstår, mätmetoder och forskningsresultat för lukt från stall och svingårdar samt lukstens miljöverkan. Dessutom innehåller utredning information om luktreducerande tekniker inom djurhållning. Forskningen har främst fokuserats på svingårdar, vilka även orsakar de största luktproblemen.</p> <p>Utredningen ger även en översikt på myndighetsförfarandet och normer i olika länder. Noggrannare anvisningar för att beräkna skyddsavstånd för att hindra luktolägenheter har utformats bl.a. i Tyskland, Danmark och Holland. Dessa anvisningar, som allmänt grundar sig på empiriska formler, håller man på att utveckla på basen av nya forskningsresultat.</p> <p>Informationen som framställts i rapporten bör kompletteras med mätningar som utförts i finländska förhållanden, varvid man får objektiv och korrekt information om luktbelastning i finska omständigheter och hur luktolägenheterna kan reduceras. De sammanställda resultaten skulle ge myndigheterna underlag för miljötillstånd och utredning av tvistemål. Samtidigt skulle objektiv information även stöda lantbruksproducenterna i tillståndsansökan och i gärningar att minska luktbelastningen från produktionen.</p>		
Nyckelord	Djuruppfödning, luktolägenheter, luktreduktion		
Publikationsserie och nummer			
Publikationens tema			
Projektets namn och nummer	Förutsättningar för placering av stora djurstall, förutredning (SUSIES)		
Finansiär/ uppdraagsgivare	T&E -centralerna / Västra Finlandds miljöcentral		
Organisationer i projektgruppen			
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-1143-7	
	Sidantal 88	Språk Finska	
	Offentlighet Offentlig	Pris 12,45 eur	
Beställningar/ distribution	- Västra Finlands miljöcentral, tel. (06) 367 5211, e-mail: neuvonta_lsu@ymparisto.fi - Edita Oyj, tel. 020 450 05, e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi		
Förläggare			
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Ykkös-Offset Oy, Vasa 2002		



# Documentation page

Publisher	West Finland Environment Centre	Date May 2002
Author(s)	Mona Arnold	
Title of publication		
Parts of publication/ other project publications		
Abstract	<p>The production units in Finnish livestock production are significantly increasing. Large animal houses are built closer to dwelling houses and as a consequence, odour annoyance becomes significant. For the time being, no consistent practice for controlling odour annoyance from livestock production exists.</p> <p>This report is a review of odour emissions from livestock production. The survey was made based on material collated in more than ten countries mainly in Europe and North America. The report contains a summary of odour sources and formation mechanisms, odour measurement methods, and the environmental impact of odour. Furthermore, the report contains knowledge on odour reducing technologies applicable in livestock farming. Major part of research carried out deals with pig production, which also causes the biggest odour problems.</p> <p>The report also presents existing odour guidelines in different countries and their basis. Detailed guidelines for the calculation of set back distances around livestock production units have been developed e.g. in Germany, Denmark and Holland. These guidelines, generally based on empirical knowledge, are being revised based on new scientific knowledge.</p> <p>The literature survey should be completed with results from measurements carried out in Finnish circumstances to obtain objective and accurate knowledge on the odour load of livestock production and odour reduction possibilities. Gathered results would give the authorities scientifically justified tools when dealing with environmental permits and settling conflicts between local agricultural production, rural development and residents well-being. The results would also support livestock producers in diminishing their odour load and in environmental permit applications.</p>	
Keywords	Livestock production, set back distances, odour annoyance, odour reduction	
Publication series and number	Regional Environment Publications 264	
Theme of publication	Location of large animal houses, preliminary study (SUSIES)	
Project name and number, if any	T&E -Centres / West Finland Regional Environment Centre	
Financier/ commissioner		
Project organization		
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-1143-7
	No. of pages 88	Language Finnish
	Restrictions Public	Price 12,45 eur
For sale at/ distributor	- West Finland Regional Environment Centre, tel. (06) 367 5211, e-mail: neuvonta_lsu@ymparisto.fi - Edita Oyj, tel. 020 450 05, e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi	
Financier of publication		
Printing place and year	Ykkös-Offset Oy, Vaasa 2002	

## ELÄINSUOJIENTEN HAJUHAITAT - OHJEISTUSMALLIT, ARVIOINTI JA VÄHENTÄMINEN SEKÄ KÄYTÄNTÖ ERI MAISSA

Susies - Loppuraportti 15.3.2002

Suomen kotieläintuotannon yksikkökoot ovat merkittävästi kasvamassa. Suuria tuotantorakennuksia ja asuintaloja rakennetaan yhä lähemmäksi toisiaan ja sen seurauksena hajuhaitan merkitys korostuu. Eläinyksiköiden hajuhaittojen hallinnasta ei toisaalta vielä ole yhtenäistä käytäntöä.

Raportti on katsaus kotieläintuotannon hajupäästöjen vallitsevaan teknologiseen kehitystasoon. Selvitys tehtiin noin kymmenestä Euroopan ja Pohjois-Amerikan maasta kerätyn materiaalin pohjalta. Selvitys sisältää yhteenvedon hajun muodostumismekanismeista, eläinsuojien hajun määrittämismenetelmistä ja mittaustuloksista, sekä hajun ympäristövaikutuksista. Lisäksi selvitykseen on koottu tietoa eläintuotannon hajua vähentävistä tekniikoista. Tutkimusten kohteina ovat useimmiten olleet sikalat, jotka aiheuttavatkin suurimmat hajuongelmat.

ISBN 952-11-1143-7

ISSN 1238-8610

Myynti:

Länsi-Suomen ympäristökeskus, PL 262, 65101 Vaasa

Puh. (06) 367 5211, fax (06) 367 5251

Edita Oyj, Helsinki, julkaisumyynti

Puh. 020 450 05, fax 020 450 2380

